E 1445

MINE PETROL GAZE

BUCUREȘTI - ROMÂNIA * Vol. 34, ianuarie 1983

1

MINISTERUL MINELOR

Institutul de Cercetări, Inginerie Tehnologică și Proiectare Minieră pentru Lignit Craiova

CRAIOVA, str. Unirii 138, jud. Dolj
cod 1100, telefon 23457

EXECUTA
STUDII, PROIECTE,
CERCETARI, DOCUMENTATII TEHNICO-STIINTIFICE PENTRU

- o valorificarea și încadrarea în bilanț a rezervelor;
- o mine subterane și exploatări la zi;
- o prepararea lignitului;
- o utilaje auxiliare de transport;
- o inginerie tehnologică;
- o drumuri, lucrări de artă, construcții civile și industriale pentru incinte miniere;
- o lucrări geotehnice, hidrotehnice și de asecare.

=1MHJ

MINE, PETROL ŞI GAZE

ANUL XXXIV

Nr. 1 1983

ORGAN AL MINISTERULUI MINELOR ŞI MINISTERULUI PETROLULUI

INFORMÁCIÓS KÖZPONT

CUPRINS

* * * **Orientarea cercetărilor tehnologice de preparare mecanică şi chimică, în vederea realizării unor substanţe nemetalifere** 5

Catilina, R., Crăciun, R., Constantinuc, E., Nicorici, M. **Cercetări hidrogeologice „in situ" cu trasori radioactivi la zăcămîntul de cărbune Borod-Borozel** . . . 9

Săpaşu Magdalena **Încercări de brichetare a mangalului mărunt.** 17

Mateescu, M., Teodorescu, S., Fotă, D., Cristescu, N. **Proprietăţile reologice ale unui rambleu consolidat** 20

Şeclăman, M., Vinogradov, C. **Indicii ale metamorfismului de joasă temperatură în depozitele paleozoice din nord-vestul Platformei moesice** 30

Iordache, G. **Echilibrul presiunilor la operaţiile de manevră în găuri de sondă cu diametre mari** . 33

Calotă, N. **Cercetarea mişcării de rigid a sistemului IS—MT—S în timpul proceselor de manevră** . . . 35

Informaţii

Recenzii

COLEGIUL DE REDACŢIE

Ing. VASILE SCRIPĂŢ, *preşedinte;* **dr. ing. GHEORGHE ALDEA; ing. ŞTEFAN BENEA; dr. geol. IOSIF BERCIA; ing. TEODOR BORU; dr. ing. GHEORGHE DONŢOV DANU; ing. VIRGIL FĂTU; dr. ing. IANCU GEANGĂLĂ; dr. ing. FLOREA NEAGU;** ing. **NICOLAE PANTILIE; ELENA VRĂNCEANU,** *redactor.*

REZUMATE

C.Z. 622.765.41 : 622.35

* * * *Orientarea cercetărilor tehnologice de preparare mecanică şi chimică în vederea realizării unor substanţe nemetalifere*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 1, 1983

C.Z. 65.012.1 : 622.33 : 539.16

Catilina, R., Crăciun, St., Constantinuc, E. şi Nicorici, M. *Cercetări hidrogeologice „in situ" cu trasori radioactivi la zăcămîntul de cărbune Borod-Borozel*

Se prezintă cercetările efectuate cu trasori radioactivi, cercetări care au condus la creşterea gradului de cunoaştere hidrogeologică a perimetrului minei experimentale, unele concluzii putîndu-se generaliza la scara întregului bazin.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 1, 1983

C.Z. 622.788 : 622.341.2

Săpaşu Magdalena *Încercări de brichetare a mangalului mărunt*

Se redau rezultatele încercărilor de brichetare în laborator şi industriale, caracteristicile produselor rezultate, stocarea în timp şi comportarea lor la ardere.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 1, 1983

C.Z. 622.273.2 : 691

Mateescu, M., Teodorescu, S., Fotă, D. şi Cristescu, N. *Proprietăţile reologice ale unui rambleu consolidat*

În articol se prezintă rezultatele încercărilor efectuate pe ramblee consolidate cu ciment constituite din sterile de flotaţie simple sau în asociaţie cu agregate de roci rezistente. Se prezintă ecuaţiile constitutive ale materialului determinate din datele de încercări monoaxiale la fluaj şi concluzii privind comportamentul acestuia în pilierii de protecţie constituiţi.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 1, 1983

C.Z. 551.75 : 622.276 : 553.982

Şeclăman, M. şi Vinogradov, C. *Indicii ale metamorfismului de joasă temperatură în depozitele paleozoice din nord-vestul Platformei moesice*

Autorii prezintă observaţii litostratigrafice şi caracteristicile paragenezelor metamorfice pe baza datelor din forajele executate la Capul Dealului şi Mitrofani, cu implicaţii practice în geologia petrolului din zonă.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 1, 1983

C.Z. 622.891 : 622.241.5

Iordache, G. *Echilibrul presiunilor la operaţiile de manevră în găuri de sondă cu diametre mari*

Este studiată problema echilibrului presiunilor stratelor traversate cu găuri de sondă cu diametre mari ; se au în vedere, pentru prima oară, stratele cu presiuni normale şi subnormale şi se indica metodica stabilirii valorii presiunilor care contribuie la acest echilibru şi pentru perioadele de manevră, ascendentă sau descendentă.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 1, 1983

C.Z. 622.245.6 : 65.012.1 : 622.248

Calotă, N. *Cercetarea mişcării de rigid a sistemului IS—MT—S în timpul proceselor de manevră în foraj*

În lucrare se cercetează dinamica proceselor de manevră în aproximaţia neglijării elasticităţii elementelor sistemului real. Sînt precizate atît metodele de construire a modelelor echivalente, cît şi posibilităţile de determinare a stărilor de mişcare şi eforturi în timpul proceselor de manevră a materialului tubular în sondă. Se creează astfel posibilitatea conducerii optimale a acestor procese cu evitarea accidentelor de foraj.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 1, 1983

Recenzii

CONTENTS

C.Z. 622.765.41 :622.35

* * * *Orientation of technological research works for the mechanical and chimical preparation of non-metallic substances*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 1, 1983

C.Z. 65.012.1 : 622.33 : 539.16

Catilina, R. et al. *„In situ" hydrogeological investigation with radioactive tracers at the coal deposit of Borod-Borozel*

The investigations by means of radioactive tracers, leading to the enlargement of hydrogeological knowledge about the experimental mine area with certain conclusions useful for the whole coalfield are presented.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 1, 1983

C.Z. 622.788 : 622.341.2

Săpaşu Magdalena *Briquetting trials with charcoal fines*

The results of laboratory and industrial scale briquetting trials, the characteristics of the resulting products, their long term storage and burning behaviour are presented.

Mine, Petrol şi Gaze, vol 34, nr. 1, 1983

C.Z. 622.273.2 : 691

Mateescu, M. et al. *Rheological characteristics of a consolidated stowing material*

The results of the trials effected on stowing built from simple flotation tailings or in association with resistant rock aggregates and consolidated with cement are presented. The structural equations of the material determined from the mono-axial creep trial data and conclusions regarding the behaviour of this material in the built protecting pillars are shown.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 1, 1983

C.Z. 551.75 : 622.276 : 553.982

Şeclăman, M. and Vinogradov, C. *Traces of the low temperature metamorphism in the paleosoic deposits of the north-western area of the Moesic Platform*

The authors present litho-stratigraphic observations and the characteristics of the metamorphical parageneses, based on the data supplied by drillings performed at Capul Dealului and Mitrofani, with practical implications in the oil geology of the area.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 1, 1983

C.Z. 622.8 91 : 622.241.5

Iordache, G. *Pressure equilibrium during the manoeuvre operations in large diametre boreholes*

For the first time the strata with normal and sub-normal pressures intersected by large diameter boreholes are considered and the method for determining the pressure values that contribute to the achievement of this equilibrium for both lifting and sinking manoeuvre periods is indicated.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 1, 1983

C.Z. 622.245.6 : 65.012.1 : 622.248

Calotă, N. *Investigations on the rigid movement of the IS–MT–S system during manoeuvre processes in drilling*

The dynamics of the manoeuvre processes by neglecting the elasticity of the elements making up the real system is investigated. The methods of building equivalent models as well as the possibilities of determining the movement and strain state during the manoeuvre processes of the tubular material in the well are presented. In this way, the posibility in optimizing the control of these processes and the avoidance of drilling accidents is created.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 1, 1983

Book review

СОДЕРЖАНИЕ

C.Z. 622. 765.41 : 622.35

* * * *Направление технологических исследований механического и химического обогащения к получению неметаллических полезных ископаемых*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 1, 1983

C.Z. 65.012.1 : 622.33 : 539.16

Катилина, Р., Крэчун, Ш т., Константинеску, И и Никорич, М. *Гидрогеологические исследования «in situ» с радиоактивными метчиками на угольном месторождении Бород-Борозел*

Представлены исследования, проведенные с применением радиоактивных метчиков, которые способствовали повышению степени гидрогеологичесого познания контура опытной шахты, а также ряд выводов, которые могут обобщены по всему бассейну.

Ключевые слова: угольная шахта, гидрогеологические исследования, радиоактивные метчики

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 1, 1983

C.Z. 622.788 : 622.341.2

Сэпашу Магдалена *Попытки брикетирования древесной угольной мелочи*

Представлены результаты попыток брикетирования древесной угольной мелочи, в лаборатории и в промышленном масштабе, характеристики полученных продуктов, складирование этих продуктов во времени и их поведение при сжигании.

Ключевые слова: брикетирование, древесная угольная мелочь, сжигание

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 1, 1983

C.Z. 622.273.2 : 691

Матееску, М., Теодореску, С., Фотэ, Д, и Кристеску, Н. *Реологические свойства твердеющей закладки*

В статье представлены результаты исследований, проведенных на твердеющей закладке с цементом, с использованием простых хвостов обогатительных фабр, или с добавкой гравия крепких пород. Представлены уравнения состава материала, определенные на основе

данных моноосеных испытаний течения, а также выводы, касающиеся их поведения в охранных целиках. Ключевые слова: реологические свойства, твердеющая закладка, флотационные хвосты

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 1, 1983

C.Z. 551.75 : 622.276 : 553.982

Шеклэман, М. и Виноградов, К. *Признаки метаморфизма низкой температуры в палеозойских отложениях в северозападной части мзинской платформы*

Авторы представляют лито-стратиграфические наблюдения и характеристики метаморфических парагенезисов, на основе данных буровых работ, проведенных в зоне Капул Деалулуй и Митрофань с практическим значением для геологии нефти в данной зоне. Ключевые слова: признаки метафморфизма, низкая температура, буровые работы, Мзинская платформа

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 1, 1983

C.Z. 622.891 : 622.241.5

Иордаке, Г. *Уравновесие давлений маневровых операций в скважинах большого диаметра*

Изучается вопрос уравновесия давлений пластов пересекаемых скважинами большого диаметра: имеются ввиду впервые пласты с нормальным давлением и ниже и указывается метод определения величины давлений, способствующих этому уравновесию также в периодах восходящих и нисходящих маневров.
Ключевые слова: уравновесие давлений, маневровые операции, скважины большого диаметра

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 1, 1983

C.Z. 622.245.6 : 65.012.1 : 622.248

Калотэ, Н. *Исследование жесткого движения системы IS-MT-S в маневровых процессах*

В работе исследуется динамика маневровых процессов с применебрежением гибкостью элементов действительной системы. Представлены как методы посртоения моделей из эквивалентных материалов так и возможности установления состояний движения и усилий в процессах маневрирования труб в скважине. Таким образом создается возможность оптимального управления этими процессами с избеганием аварий при бурении.
Ключевые слова: бурение скважин, маневровые операции, модели, состояния движения, урпавление процессом.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 1, 1983

SOMMAIRE

C.Z. 622.765.41 : 622.35

* * * *Orientation des recherches technologiques pour la préparation méchanique et chimique des substances nonmétallifères*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 1, 1983

C.Z. 65.012.1 : 622.33 : 539.16

Catilina, R. et al. *Investigations hydrogéologiques „in situ" avec des traceurs radioactifs au gisement de charbon de Borod-Borozel*

Sont présentées les investigations qui ont conduit à l'enlargement des connaissances hydrogéologiques du périmètre de la mine experimentelle, certaines conclusions puissant être généralisées à l'échelle du bassin entier.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 1, 1983

C.Z. 622.788 : 622.341.2

Săpaşu, M. *Essais de briquettage des fines de charbon de bois*

Sont présenté les résultats des essais de briquettage dans le laboratoire et industriels, les characteristiques des produits résultés, le stockage en temps et leurs comportement de combustion.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 1, 1983

C.Z. 622.273.2 : 691

Mateescu, M. et al. *Les propriétés rhéologiques d'un remblai consolidé*

Dans l'article sont présentés les résultats des essais effectués sur des remblais consolidés par ciment, construits de rejets de flottation simples ou en association avec des agrégats de roches résistentes. Sont présentées les équations constitutives du matériel à l'aide des données d'essais monoaxiales au fluage ainsi que les conclusions regardant sont comportement dans les piliers de protection constituits.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 1, 1983

C.Z. 551.75 : 622.276 : 553.982

Şeclăman, M. et Vinogradov, C. *Indices du métamorphisme de basse température dans les dépots paléozoïques du nord-ouest de la plate-forme moesique*

Les auteurs présentent des observations lithostratigraphiques et les caractéristiques des paragenèses métamorphiques basés sur des données des forages exécutés au Capul Dealului et Mitrofani, avec des implications pratiques dans la géologie du pétrole de cette zone.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 1, 1983

C.Z. 622.891 : 622.241.5

Iordache, G. *L'équilibre des pressions dans les opérations de manoeuvre dans les troux de forage au large diamètre*

On présente le problème d'équilibre des pressions des couches traversées par des troux de forage au large diamètre : on envisage, pour la première fois, les couches à pressions normales et subnormales et on indique la méthode d'établissement de la valeur des pressions qui contribuent à cet équilibre aussi pour les periodes de manoeuvre ascendente et descendante.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 1, 1983

C.Z. 622.245.6 : 65.012.1 : 622.248

Calotă, N. *Investigation du mouvement en rigide du système IS — MT — S pendant les processus de manoeuvre en forage*

Est investiguée la dynamique des processus de manoeuvre négligeant l'élasticité des éléments du système réel. Sont précisées les méthodes pour construire des modèles equivalents, ainsi que les possibilités de déterminer des états de mouvements et d'efforts pendant les processus de manoeuvre du matériel tubulaire dans le puits. Ainsi on a créé la possibilité d'optimiser la direction de ces processus en évitant les accidents de forage.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 1, 1983

Comptes-rendus

INHALT

C.Z. 622.765.41 : 622.35

* * * *Die Orientation der technologischen Forschungen für die mechanische und chemische Aufbereitung der nicht metallischen Produkte*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 1, 1983

C.Z. 65.012.1 : 622.33.539.16

Catilina, R. et al. *„In situ" hydrogeologischen Untersuchungen mit radioaktiven Tracer bei der Borod-Borozel Kohlenlagerstätte*

Vorgestellt werden die mit Hilfe der radioaktiven Tracer durchgeführten Untersuchungen, welche zur Erweiterung der hydrogeologischen Kenntnisse im Rahmen des Experimentalgrubengebietes geführt haben, wobei einige Folgerungen für das ganze Revier anwendbar sind.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 1, 1983

C.Z. 622.788 : 622.341.2

Săpaşu, M. *Brikettierungsversuche auf Holzkohlenkleinen*

Die Ergebnisse der Labor- und industriellen Brikettierungsversuche, die Charakteristiken der resultierenden Produkte, die langfristige Lagerung und dessen Brennverhalten werden beschrieben.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 1, 1983

C.Z. 622.273.2 : 691

Mateescu, M. et al. *Die rheologischen Eigenschaften eines befestigten Versatzes*

Vorgestellt werden die Ergebnisse der Versuche auf Versätzen welche aus einfachen Flotationsabgängen oder zusammen mit festen Kiesaggregaten hergestellt und mit Zement befestigt sind. Gleichzeitig werden die aufbildende Equationen des Materials, welche aus den Angaben der monoaxialen Kriechenversuche bestimmt werden, sowie Folgerungen betreffend dessen Verhalten in den aufgebildeten Schutzpfeiler, vorgestellt.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 1, 1983

C.Z. 551.75 : 622.276 : 553.982

Şeclăman, M. und Vinogradov, C. *Vorzeichen des Metamorphismus niedriger Temperatur in den paläosoischen Ablagerungen von dem nord-westischen Moesischen Tafelgebiet*

Die Verfasser stellen litho-stratigraphische Beobachtungen und die Eigenschaften der metamorphischen Paragenesen, auf Grundlage der in Capul Dealului und Mitrofani durchgeführten Bohrungen, mit praktischen Implikationen für die Erdölgeologie des Gebietes, vor.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 1, 1983

C.Z. 622.891 : 622.241.5

Iordache, G. *Druckgleichgewicht in den Manoeuvrierungsvorgängen in den Grossbohrlöchern*

Studiert wird das Druckgleichgewicht der Schichten, welche von Grossbohrlöchern gequert werden ; für das erste Mal werden die Schichten mit normalen und unternormalen Druckwerte in Betracht genommen sowie die Bestimmungsmethode der Druckwerte, welche zu der Erreichung dieses Gleichgewichtes beitragen, auch für die Perioden der schwebenden und abfallenden Manoeuvrierung angegeben.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 1, 1983

C.Z. 622.245.6 : 65.012.1 : 622.248

Calotă, N. *Untersuchung der Bewegung im Starren des Systems IS–MT–S während der Manoeuvrierungsprozesse in den Bohrungen*

Untersucht wird die Dynamik der Manoeuvrierungsprozesse unter Zurseitelassung der Elastizität der Elemente des tatsächlichen Systems. Angegeben werden sowohl die Bildungsmethoden der gleichwertigen Modelle, als auch die Bestimmungsmöglichkeiten der Bewegungs- und Beanspruchungszustände während der Manoeuvrierungsprozesse des Röhrenmaterials in die Bohrung. So wird die Möglichkeit der optimalen Führung dieser Prozesse mit der Vermeidung der Bohrunfälle geschaffen.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 1, 1983

Rezensionen

Revista MINE, PETROL şi GAZE este editată de Oficiul de informare documentară pentru industria minieră Bucureşti Calea Victoriei 220, sector I, cod. 71104, C.P. 22 — 146, telefon 59.29.75.
Tiparul: Intreprinderea poligrafică „Informaţia" str. Brezolanu nr. 23–25, Bucureşti c. 2743

Preţul: 13 lei/exemplar

c. 2743

Orientarea cercetărilor tehnologice de preparare mecanică şi chimică, în vederea realizării unor substanţe nemetalifere*

Dezvoltarea economico-socială pe plan mondial înregistrează cereri tot mai accentuate de materii prime minerale şi resurse de energie primară. Ţinînd seama de scăderea continuă a rezervelor de substanţe minerale utile, cît şi de conţinutul tot mai redus al acestora, activitatea de cercetare ştiinţifică, dezvoltare tehnologică şi introducerea progresului tehnic este chemată să ajute economia în soluţionarea tuturor problemelor cu care se confruntă.

Subramura substanţelor nemetalifere, prin varietatea mare a produselor sale, reprezintă un sector deosebit de important pentru economia mondială, constituind una din principalele surse de asigurare cu materii prime.

Faptul că aproape toate sectoarele economiei naţionale: construcţii de maşini, chimie, metalurgie, electrotehnică, electronică, aeronautică, tehnică nucleară, materiale de construcţii, refractare, abrazive, sticlă, hîrtie şi cartoane, ceramică, electroceramică, textilă, pielărie, mase plastice, fibre sintetice, industrie alimentară, agricultură, zootehnie ş.a., îşi bazează producţia proprie şi pe substanţele furnizate de această subramură a industriei extractive, scoate în evidenţă importanţa şi necesitatea dezvoltării viitoare a acesteia sub aspect cantitativ şi calitativ.

Una din preocupările de bază ale colectivului de specialişti din cadrul Institutului de cercetări şi proiectări miniere pentru substanţe nemetalifere Cluj-Napoca constă în găsirea, elaborarea şi aplicarea de tehnologii de preparare complexe, care să asigure obţinerea din materii prime indigene a unor produse nemetalifere de calitate superioară, capabile să le înlocuiască pe cele ce se importă în prezent.

Pentru început preocupările au fost orientate în direcţia elaborării unor tehnologii de preparare mecanică şi chimică pentru un număr restrîns de substanţe nemetalifere ca: unele sorturi de caolin, argilă refractară, diatomite, feldspat potasic, cuarţ, grafit, antideponenţi, sulf şi reactivi de preparare a căror import, în prezent, reprezintă un efort valutar substanţial pentru economia naţională.

La baza alegerii substanţelor nemetalifere care constituie obiectul cercetărilor privind elaborarea noilor tehnologii au stat următoarele criterii:

— cunoaşterea detaliată a bazei de materii prime indigene;

— cunoaşterea necesităţilor actuale şi viitoare ale diferitelor ramuri şi sectoare care utilizează aceste produse ca materie primă în fabricaţia proprie;

---

* La elaborarea acestui material au contribuit: dr. ing. *I. Fodor*, dr. ing. *P. Piso*, dr. chim. *Gr. Tăutu*, chim. *I. Bucerzan*, geol. *A. Köblös*, ing. *I. Korpos*, ing. *Maria Lingner*

— cunoaşterea nivelelor cantitative şi calitative pe care trebuie să le întrunească produsele fabricate pentru a înlocui pe cele importate în prezent, în vederea satisfacerii necesarului de consum;

— analiza posibilităţilor de elaborare a noilor tehnologii ţinînd seama de gradul de complexitate al operaţiilor şi gradul de mecanizare şi automatizare pe care trebuie să le întrunească.

În general, tehnologiile clasice de preparare a substanţelor nemetalifere, în timp, nu au suferit modificări de principiu, nici chiar în ţările cu o bogată experienţă, ci numai perfecţionări şi completări constînd, în principal, în aplicarea unor procedee noi ca: flotaţia (S.U.A., R.F.G.), ultraflotaţia (S.U.A.), albirea fizică (U.R.S.S.), albirea chimică (S.U.A, R.F.G., Japonia, Anglia), deferizarea magnetică în cîmp puternic poligradient şi mediu umed (S.U.A, R.S.C), separarea şi concentrarea electrostatică, procedee de micronizare, procedee de activare şi altele.

Prin elaborarea noilor tehnologii în următorii ani se preconizează obţinerea următoarelor substanţe nemetalifere:

- caolin calcinat micronizat sau granulat pentru turnătorii de precizie în forme ceramice cu min. 36% Al_2O_3; max. 2% Fe_2O_3; IP 175 şi granulaţie fină min. 92% sub 5 microni;
- caolin calcinat micronizat pentru cabluri şi mase plastice şi caolin calcinat micronizat pentru şpacluri cu min. 38% Al_2O_3, max. 1% Fe_2O_3, grad de alb ridicat 82—85% şi foarte fin 100% sub 5 microni;
- caolin calcinat micronizat pentru vopsele refractare cu min. 36% Al_2O_3, max. 2,0% Fe_2O_3, max. 0,5% TiO_2 şi IP 173—175;
- caolin cosmetic şi caolin farmaceutic pentru industria cosmetică cu min. 38% Al_2O_3, max. 0,1% Fe_2O_3, granulaţie fină 100% sub 6 microni, lipsit de carbonaţi şi arsen şi conţinut de max. 0,0025% metale grele;
- argilă refractară specială pentru produse refractare utilizabile în tehnologii cu atmosferă controlată cu max. 1% Fe_2O_3 şi sumă $Na_2O + K_2O$ sub 1%;
- materii prime refractare sintetice de calitate superioară cu max. 1% Fe_2O_3, min. 40% Al_2O_3 şi refractaritate IP 177;
- argile refractare de uz general, provenite din zăcăminte sărace cu $Al_2O_3 + TiO_2 = 35\%$, max. 2% Fe_2O_3 şi refractaritate IP 173—175, utilizate în industria produselor refractare;
- argile refractare provenite din zăcăminte sărace, cu 34% Al_2O_3, max. 1% Fe_2O_3 şi indice tixotropic (IT) max. 2, utilizabile în industria ceramică;
- diatomită utilizabilă ca material de filtrare în industria alimentară, pentru producerea bachelitei şi ca suport de catalizatori cu 81—85% SiO_2, max. 3% Fe_2O_3, max. 0,5% Al_2O_3 şi granulometrie 0—30 microni;
- feldspat potasic de calitate superioară cu suma $Na_2O + K_2O =$ $= 10 - 12\%$, raport K_2O/Na_2O mai mare de 3 şi max. 0,012—0,15% Fe_2O_3;
- cuarţ de mare puritate cu min. 99,99% SiO_2 şi fineţe avansată, cu largă utilizare în producerea sticlelor speciale, a fibrei de sticlă, în construcţia de maşini, industria chimică şi altele;
- grafit fulgi, grafit coloidal, dispersii de grafit, paste, chituri, piese de schimb şi subansamble pe bază de grafit, precum şi grafit chimic pur cu min. 99,9999% C şi fineţe avansată;
- antideponenţi pe bază de bentonite şi argile de tipul bentonei 34, bentonei 38 şi bentonil-C folosiţi la stabilizarea sistemelor disperse macrocoloidale în mediu apos sau solvenţi polari cu grad de gonflare ridicat 10—15 ori

și finețe avansată, avînd o largă utilizare în industria lacurilor și vopselelor, la forajul de mare adîncime, în turnătorii etc.

● sulf insolubil cu un conținut de min. 98% S utilizat în industria cauciucului, sulf măcinat cu min. 99,97% S pentru fabricarea ultramarinului, sulf muiabil 80% ș.a. pentru industria insecticidelor și sulf tehnic umectat cu ulei pentru industria cauciucului;

● reactiv colector de flotație pentru cuarț și silicați acizi cu densitate de 0,92 g/cm³ și grad de neutralizare 70—75% folosit ca reactiv pentru fluidifierea barbotinelor ceramice.

Pentru eșalonarea efortului de cercetare privind elaborarea noilor tehnologii s-au avut în vedere o serie de factori ca:

— stadiul actual și necesitățile economiei la nivelul anului 1985 în țara noastră;

— consumul diferitelor ramuri și sectoare industriale care utilizează aceste produse nemetalifere;

— situația bazei de materii prime și, legat de aceasta, necesitatea intensificării cercetării geologice și cunoașterea rezervelor de substanțe minerale utile de pe întreg teritoriul țării, prin extinderea tehnicilor moderne de prospectare și explorare, concomitent cu dezvoltarea cercetării în domeniul tehnologiilor miniere de exploatare;

— situația bazei materiale a cercetării, aparatura și utilajele existente, precum și posibilitățile de asimilare și producere de noi utilaje și instalații pentru fazele laborator, pilot și industrial.

Activitatea de cercetare științifică, dezvoltare tehnologică și progres tehnic, legată de elaborarea noilor tehnologii, va atrage după sine o serie de implicații favorabile în viața economică, socială și individuală constînd în principal din:

● creșterea producției sectorului nemetalifer și implicit a ramurii miniere, prin contribuția noilor sortimente fabricate;

● creșterea productivității muncii ca rezultat al aplicării unor tehnologii superior organizate și dotate:

● reducerea importului și, odată cu aceasta, a efortului valutar;

● reducerea cheltuielilor materiale de producție;

● reducerea cheltuielilor pentru achiziționare de licențe și brevete din străinătate;

● dezvoltarea bazei materiale a cercetării;

● creșterea raportului dintre cheltuielile totale de cercetare și efectul economic al cercetării, precum și dintre cheltuieli și aportul valutar realizat;

● utilizarea mai deplină a forței de muncă;

● mutații importante în structura unor meserii și specialități și îmbunătățirea pregătirii profesionale a personalului muncitor de toate gradele.

Prin elaborarea noilor tehnologii și obținerea noilor sortimente de substanțe nemetalifere se scontează obținerea unei eficiențe economice care, sintetic, poate fi evidențiată prin:

— realizarea unor produse de calitate superioară;

— realizarea de economii la producător;

— reducerea efortului valutar pentru asigurarea acestor sortimente.

Eficiența economică va fi amplificată în cadrul institutului ca urmare a faptului că același personal de cercetare-proiectare va rezolva concomitent multiple alte teme de cercetare legate de îmbunătățirea tehnologiilor existente,

și a calității produselor din fabricația curentă, elaborarea tehnologiilor pentru noi perimetre și zăcăminte, noi substanțe nemetalifere ș.a.

O problemă importantă și cu implicații favorabile asupra reducerii duratelor și costurilor de cercetare, economisirii de fonduri de cercetare-dezvoltare, îmbunătățirii calității și nivelului tehnic al lucrărilor și utilizării mai depline a potențialului material și uman, o constituie și cooperarea internațională.

Pînă în prezent în domeniul preparării substanțelor nemetalifere au fost inițiate și au avut loc acțiuni de colaborare cu diferite țări cu multă experiență în exploatarea și prepararea substanțelor nemetalifere.

Dat fiind faptul că, în urma acestor colaborări, s-au obținut o serie de rezultate bune, considerăm că pot fi găsite noi forme reciproc avantajoase, de mai mare amploare prin : realizarea în comun a unor programe de cercetare, laboratoare și stații pilot comune ; colective temporare de cercetare și proiectare ; transfer pe bază de reciprocitate de cunoștințe științifice tehnologice și industriale ; acordarea reciprocă de asistență tehnică ; schimb de specialiști, schimb de publicații ; conferințe, simpozioane, expoziții internaționale și altele.

Dezvoltarea continuă a bazei de materii prime, cît și a tehnologiilor în țara noastră, asigură condiții favorabile pentru realizarea cu succes a programelor de cercetare privind obținerea substanțelor nemetalifere înlocuitoare de import.

Cercetări hidrogeologice „in situ" cu trasori radioactivi la zăcămîntul de cărbune Borod—Borozel

Ing. **R. Catilina**
ing. **Șt. Crăciun**
I.F.I.N. București

ing. geol. **E. Constantinuc**
geol. **M. Nicorici**
I.P.E.G. Cluj

I. Introducere

Pentru mărirea gradului de cunoaștere a zăcămîntului de lignit Borod-Borozel, respectiv precizarea, confirmarea sau infirmarea unor ipoteze formulate de personalul care se ocupă cu cercetarea și valorificarea acestui zăcămînt, s-au inițiat de către Întreprinderea de prospecțiuni și explorări geologice (I.P.E.G.) Cluj și executat de către Institutul de fizică și inginerie nucleară (I.F.I.N.) București studii și cercetări cu trasori radioactivi, care au urmărit, în principal:

— direcția locală de curgere a apelor subterane;

— existența unei eventuale legături hidraulice între cele două orizonturi acvifere;

— verificarea legăturilor hidraulice între diverse blocuri geologice.

II. Considerații geologice și hidrogeologice asupra zăcămîntului

Zăcămîntul de lignit Borod-Borozel face parte integrantă din bazinul neogen Vad-Borod, fiind situat în estul acestui bazin, în zona localităților Cetea, Valea Mare de Criș, Borod, Topa de Criș, Vadul Crișului, Gheghie și Luncușoara (fig. 1).

Bazinul Vad-Borod este un bazin posttectonic, care a funcționat ca arie de sedimentare începînd din tortonian (eggenburgian-badenian) pînă la finele pannonianului. În acest interval de timp s-a acumulat o suită de depozite, predominant pelitice de circa 700 m grosime, în care se intercalează tufuri și cîteva nivele de cărbuni.

Condițiile specifice ale bazinului au făcut ca formațiunile depuse să se deosebească de formațiunile de aceeași vîrstă din regiunile vestice ale Transilvaniei, iar prezența tufurilor vulcanice acide din sarmațian și pannonian individualizează acest bazin față de celelalte bazine vestice din Apuseni. Primele formațiuni depuse sînt alcătuite din marne, nisipuri și uneori pietrișuri. În anumite perioade au apărut condiții pentru formarea cărbunilor, dar foarte scurte, astfel încît intercalațiile de cărbuni și argile cărbunoase au caracter secvențial cronostratigrafic; aceste depozite sînt cuprinse în intervalul eggenburgian-badenian. După o exondare de scurtă durată, se instalează un regim de sedimentare lacustră continentală, formîndu-se gresii, argile, nisipuri și pietrișuri de culoare verzuie cu o bogată faună de depozite limnicole și terestre de vîrstă sarmațian inferioară.

Peste acest complex se depune formațiunea cu cărbuni datorată unui episod de înmlăștinire; condițiile instabile ale acestui proces au dus, atît la variabilitatea stratelor de cărbuni, cît și a grosimii lor. În general, formațiunea productivă este constituită dintr-un complex format din două strate (1 și 2) cu grosimi totale cuprinse între 0,5 și 12,0 m, separate printr-un tuf riodacitic de 0,8—3,5 m. Direct peste stratul superior (stratul 2) se dispun marne lumașelice și de apă dulce, caracteristice fiind marnele lumașelice cu Congeria Ornithopsis, care formează pretutindeni acoperișul formațiuniii cu cărbuni și constituie un reper de corelare foarte constant.

După depunerea marnelor lumașelice, apar asociații salmastre cu Ceriți și Musculus, asociații tipice sarmațiene; peste acest nivel întîlnim un pachet masiv de cîteva sute de metri. La partea lui inferioară a fost trasată limita Sarmațian-Pannonian s. str., alcătuit din marne albicioase, avînd în prima parte intercalații de tufuri vulcanice. Aceste tufuri vitroclastrice acide, precum și prezența la anumite nivele a unor breccii vulcanice, ar indica o erupție submarină. Ultimele formațiuni prezente sînt cele pleistocene: pornituri, conuri de dejecție, terase, aluviuni etc.

Din punct de vedere structural, atît fundamentul, cît și depozitele neogene sînt compartimentate în blocuri delimitate de falii cu amplitudini de pînă la 300 m. Faliile majore, orientate E—V și NE—SV, au o serie de falii de sprijin de amplitudini mai mici, fără prea mare importanță la scara întregului bazin, dar care pot pune probleme deosebite viitoarei exploatări.

Imaginea structurală a bazinului trebuie completată cu posibile creste de cristalin ce au putut funcționa ca bariere, separînd bazinele cu condiții specifice de sedimentare.

Condițiile hidrogeologice ale zăcămîntului au fost studiate printr-un număr relativ mare de foraje săpate în acest scop.

În zona minei experimentale au fost puse în evidență trei orizonturi acvifere mai importante, toate trei fiind sub presiune:

— orizontul acvifer artezian de la adîncimea 84—89 m, alcătuit din nisipuri compacte cu treceri laterale în gresii;

— orizontul acvifer de la adîncimea 249—266 m constituit din nisipuri medii și fine,

dispuse lenticular, separate de marne, argile greso-calcare și tufuri riodacitice. Nivelul hidrostatic al acestui acvifer este situat la adîncimea de 3—4 m de sol (cota + 277 m);

— orizontul acvifer de la adîncimea 300—330 din culcușul stratului de cărbune, alcătuit dintr-un pachet de nisipuri fine și foarte fine cu intercalații de argile și rare secvențe conglomeratice. Nivelul hidrostatic al orizontului acvifer este la adîncimea de 110 m (cota + 171). Complexul cărbunos se află la adîncimea de 293—301 m (cota —11 m —17 m), avînd în acoperiș un ecran de circa 18—20 m alcătuit din marne compacte cu Neritina și Congeria Ornithopsis pe cînd în culcuș ecranul este mult mai mic (1—3 m), în multe cazuri cărbunele se dispune direct peste nisipurile orizontului acvifer.

Cercetările de pînă acum au arătat că acviferul de bază (culcuș și acoperiș) au permeabilități mici (coeficienți de filtrație 0,1—0,2 m²/zi) și un potențial redus de cedare a apei. Debitele înregistrate variază între 0,2 și 1 l/s. Se admite lipsa legăturii hidraulice între blocurile geologice.

În conformitate cu schema de deschidere a zăcămîntului prin puțuri de explorare, în perimetrul minei pilot s-au executat două puțuri G—210 cu Ø de 3 m prin forare cu instalația 3DH și G—200 cu Ø 6 m săpat prin metode clasice. Pentru săparea puțului 200 în condiții de securitate a fost necesară realizarea deten-

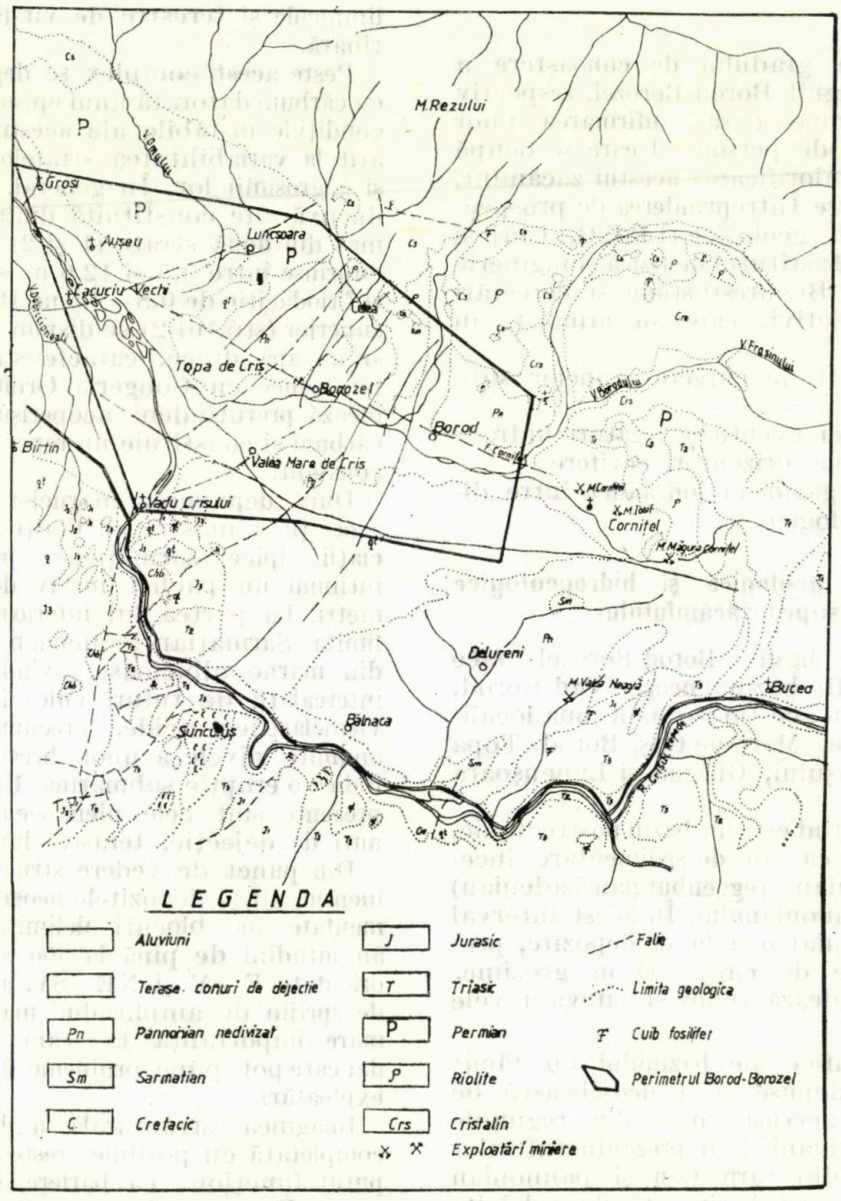


Fig. 1. Schița geologică a bazinului Vad-Borod.

sionării orizonturilor acvifere. În acest scop s-au proiectat și executat trei foraje hidrogeologice 1H, 1HA și 1HB, amplasate aproximativ pe vîrfurile unui triunghi echilateral cu laturile de 22—25 m, la circa 17—18 m de axul puțului. Aceste foraje au fost echipate cu pompe canadiene, realizîndu-se detensionarea acviferului în condiții bune.

După 30—50 zile de pompări s-au obținut denivelări pînă la adîncimea de 220—250 m, coborîrea nivelului hidrodinamic sesizîndu-se și în forajele 304H și 304HC, care funcționează ca foraje de hidroobservație. Interpretînd datele obținute prin aceste pompări efectuate în regim stabilizat a rezultat o neconcordanță între forajul 1HB și restul forajelor; din aceste condiții s-a presupus existența unei falii orientată aproximativ N—S, care ar plasa forajul 1HB în alt bloc geologic cu condiții hidrogeologice diferite. Această ipoteză a dus, printre altele, la inițierea cercetărilor cu trasori radioactivi, scontîndu-se și obținerea unor parametri ca viteza de curgere, timp de tranzit, direcția de curgere.

III. Metoda utilizării izotopilor în hidrogeologie

1. *Izotopii radioactivi în hidrogeologie*

Pentru obținerea unor informații hidrogeologice, hidrogeologia izotopică folosește, în principal, următoarele posibilități:

- apele de suprafață și apele de adîncime se pot marca prin adăugarea intenționată a substanțelor radioactive sau activabile artificial (trasorii);
- apa, prin însăși natura ei, conține izotopi stabili și, în majoritatea cazurilor, și radioactivi cu care este marcată.

Utilizarea radionuclizilor, ca trasori pentru studierea unor fenomene ale hidraulicii subterane, prezintă un avantaj substanțial față de metodele clasice (trasori chimici) deoarece prezența lor poate fi identificată rapid în cantități, respectiv concentrații mici. În afară de aceasta au avantajul că pot fi detectați direct în curentul acvifer. Radionuclizii (izotopii radioactivi) se execută azi într-o mare varietate în reactoare nucleare și de multe ori convenabil din punct de vedere al prețului. Totuși, un număr relativ mic de radionuclizi (tab. 1), și aceasta de multe ori numai într-o anumită formă chimică, satisfac cerințele pe care trebuie să le îndeplinească trasorii în hidrogeologie, respectiv:

— să nu perturbe procesul de studiat, avînd aceleași caracteristici fizico-chimice ca ale mediului de investigat;

— să nu interacționeze sau să interacționeze în măsura cît mai mică cu mediul de investigat;

— să fie ușor detectabili;

— să fie cît mai puțin nocivi;

— să reproducă cît mai fidel procesul de studiat.

Caracteristicile radionuclizilor și comportările lor față de mediul trasat trebuie testate în condiții concrete, fiecare cercetare constituind un caz aparte, funcție de condițiile geologice morfologice, hidrogeologice existente etc.

2. *Principiul determinării în foraje a vitezei de curgere a apelor subterane*

În general, determinarea vitezei reale de curgere se face prin evaluarea timpului de tranzit între două puncte. Pentru determinarea vitezei v, trasorul radioactiv se introduce într-un foraj, urmărind apariția (detectarea) în alte foraje. Dacă trasorul este introdus în acviferul subteran în momentul t_1 și este detectat în forajul de observație pe direcția de curgere în momentul t_2, atunci viteza de circulație a

Tabelul 1

Exemple de radionuclizi posibili de utilizat în cercetările hidrogeologice

Radionuclidul	Compusul chimic uzual	Timpul de înjumătățire	Radiația		Constanta Γ, $\frac{\text{mrem. m}^2}{\text{h. mCi}}$	Concentrația maxim admisă μCi/cm³
			energia max., β	energia max., γ		
^{3}H	H^3HO	12,3 a	0,018	—	—	—
^{14}C	$^{14}CO_2$	5730 a	0,156	—	—	—
^{51}Cr	^{51}Cr EDTA	27,8 d	—	0,32(9%)	0,0139	—
^{58}Co	$K_3\,^{58}CO(CN)_6$	71,3 d	0,47(β*)	0,81(99%)	0,57	$3 \cdot 10^{-3}$
^{60}Co	$K_3\,^{60}CO(CN)_6$	5,3 a	0,31	1,17(100%)	1,13	$1 \cdot 10^{-3}$
				1,33(100%)	—	
^{82}Br	NH_4Br	36 h	0,44	1,48(16%)	1,27	$1 \cdot 10^{-3}$
				0,78(83%)		
				0,62(42%)		
				0,55(75%)		
^{131}I	$Na\,^{131}I$	8,1 d	0,61	0,36(79%)	0,191	$2 \cdot 10^{-8}$
				0,64(9,3%)		
^{198}Au	$^{198}AuCl$	2,7 d	0,96	0,412(95%)	0,200	$1 \cdot 10^{-3}$
				0,675(1%)		

trasorului respectiv a apei subterane (cu respectarea anumitor condiţii) este :

$$v_r = \frac{L}{t_2 - t_1} \qquad (1)$$

în care L este distanţa dintre cele două foraje.

3. *Principiul determinării direcţiei locale de curgere a apelor subterane*

Pentru lucrarea de faţă, o importantă deosebită o prezintă determinarea direcţiei locale de curgere. Există două metode cu radionuclizi care pot satisface această cerinţă : metoda forajelor de observaţie şi metoda forajului unic.

Metoda forajelor de observaţie. Într-un foraj central se introduce o cantitate determinată de trasor care va fi antrenată de curentul subteran în direcţia de curgere. Urmărirea deplasării trasorului se face în foraje situate radial faţă de forajul de injecţie, pentru a se stabili, cît mai exact, trecerea trasorului şi variaţia concentraţiei radioactive în raport cu timpul C_t.

Metoda forajului unic. Dacă într-un foraj avînd diametrul convenabil se introduce o cantitate de trasor, ca urmare a circulaţiei apei subterane, acesta va fi antrenat în direcţia de curgere.

Introducînd în foraj un dispozitiv capabil să ia probe sau să măsoare concentraţia trasorului în direcţii diferite, se va putea determina direcţia principală de antrenare a trasorului.

4. *Principiul determinării legăturii hidraulice pe verticală*

Pentru a se determina existenţa sau absenţa unei legături hidraulice între acviferul din culcuşul stratului de cărbune şi acviferul din acoperişul stratului de cărbune, s-a ales pentru marcarea radioactivă un foraj care deschide numai acviferul din culcuşul stratului de cărbune F—304H şi s-a urmărit eventuala apariţie a trasorului într-un foraj care deschide numai acviferul din acoperişul stratului de cărbune (F—2H).

5. *Verificarea legăturii hidraulice între blocuri*

Verificarea ipotezei ca faliile existente între blocurile în care este compartimentat zăcămîntul sînt etanşe sau nu datorită caracteristicilor materialului de umplutură a faliilor, poate fi efectuată cu ajutorul trasorilor radioactivi. Dacă între două foraje se presupune existenţa unei falii, se face marcarea radioactivă a apei dintr-un foraj şi se urmăreşte apariţia trasorului în celălalt foraj.

În funcţie de distanţa dintre foraje şi viteza de circulaţie a apei, se alege trasorul radioactiv, cu un anumit timp de înjumătăţire $T_{1/2}$.

Informaţiile obţinute permit tragerea concluziilor necesare.

IV. Experimentări „in situ"

Pentru a se putea executa experimentările în teren (fază industrială) au fost executate în laborator cercetări laborioase pentru : alegerea radionuclizilor adecvaţi; determinarea coeficientului de reţenţie pe rocile din zona de investigat; alegerea metodei şi aparaturii pentru detectarea radionuclizilor, stabilirea tehnicilor şi tehnologiilor nucleare de lucru etc., precum şi proiectarea radiometrică a cercetărilor în diverse faze, inclusiv „in situ".

Experimentările „in situ" au constat, în principal, din :

— marcarea acviferelor din zonele de interes din diverse foraje numite foraje de injecţie;

— punerea în evidenţă a migrării sau nemigrării radionuclidului în diverse foraje luate în considerare numite foraje de aşteptare prin :

- introducerea la locul de măsură a unor filtre cu schimbători de ioni pentru reţinerea radionuclidului şi schimbarea lor periodică;
- măsurarea spectrometrică a filtrelor direct pe teren şi în laboratoarele I.F.I.N.

1. *Marcarea acviferului din forajul F—1H*

Forajul F—1H are ca obiectiv detensionarea şi probarea orizonturilor acvifere din acoperişul şi culcuşul stratului de cărbune, în vederea săpării puţului C—200 în condiţii de securitate.

Marcarea radioactivă cu ^{82}Br în dreptul filtrului de la metrul 328—304 s-a făcut în scopul determinării, prin metode nucleare, a legăturii hidraulice între acviferul marcat în forajul F—1H şi acviferul din forajul F—2H.

2. *Marcarea acviferului din forajul F—304H*

Marcarea radioactivă cu ^{131}I în dreptul filtrului de la metrul 300—326 s-a făcut în scopul verificării legăturii între acviferul din culcuş şi acviferul din coperişul stratului de cărbune în regim de pompare.

3. *Marcarea acviferului din forajul F—1HB*

Forajul 1HB a avut ca obiectiv iniţial determinarea orizontului acvifer artezian de la metrul 84—89, ulterior el fiind amenajat pentru detensionarea concomitentă a orizonturilor acvifere din culcuşul şi acoperişul complexului de cărbuni. Marcarea radioactivă cu ^{82}Br în dreptul filtrului de la metrul 266—272, s-a făcut în scopul verificării legăturii între acviferul din acest foraj şi apa infiltrată în frontul de lucru la săparea puţului G—200 şi verificarea ipotezei conform căreia între G—200 şi F—1HB există o falie etanşă. Frontul de lucru al puţului G—200 şi F—1HB în perioada

experimentărilor era la adîncimea de 277 m. În figura 2 se prezintă amplasarea puţurilor care au făcut obiectul cercetărilor în zona minei experimentale.

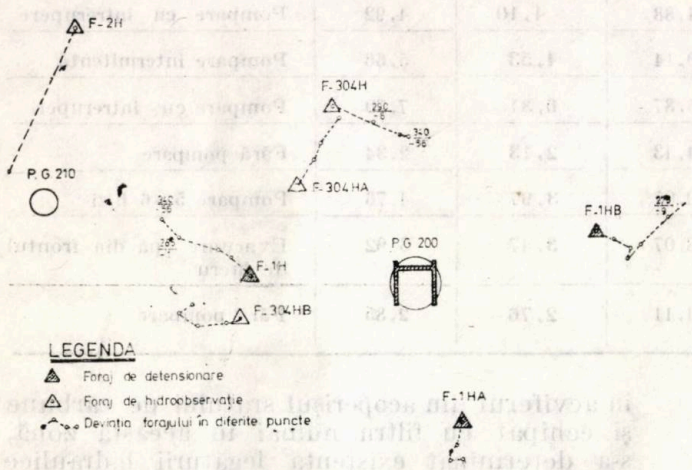


Fig. 2. Zona de investigare cu amplasarea forajelor şi a puţurilor.

V. Prelucrarea datelor

Dacă $\Phi_{(t)}$ este funcţie de trecerea moleculelor de apă prin secţiunea s_2, atunci distribuţia duratelor de staţionare în sistem va fi:

$$F_{a(t)} = \frac{\Phi_{(t)}}{\int_{-\infty}^{+\infty} \Phi_{(t)}\, dt} \qquad (2)$$

Această distribuţie este de forma:

$$E_{(t)} = \frac{1\, v_r}{2\sqrt{\pi D t}}\ exp - \frac{(L - v_r\, t)^2}{4\, Dt} \qquad (3)$$

în care v_r este viteza reală, D este coeficientul de dispersie hidrodinamică, iar L distanţa dintre punctele de injecţie şi punctul de aşteptare. Durata medie de tranzit dintre două puncte se poate scrie ca primul moment al distribuţiei duratelor de staţionare între s_1 şi s_2 astfel:

$$\bar{t} = \int_{-\infty}^{+\infty} tE_{(t)}\, dt \qquad (4)$$

Viteza de înaintare a frontului de apă cu trasor se calculează după formula:

$$V_{(t)} = \frac{V_{apă}}{1 + K_d \frac{\rho}{p}} \qquad (5)$$

în care:

$V_{apă}$ este viteza de înaintare a soluţiei purtătoare;
K_d — coeficientul de distribuţie;
ρ — densitatea mediului;
p — porozitatea mediului.

Viteza de tranzit este egală cu viteza apei $V_{(t)} = V_{apă}$, în cazul în care coeficientul de distribuţie $K_d = 0$. În cazul în care se introduce în formulă $K_d = 2{,}2$, valoare determinată în laborator pe roci colectate din zona investigată, rezultă viteza de tranzit a apei.

VI. Rezultatele experimentărilor în teren

1. *Marcarea din forajul F—1H*

După prelucrarea datelor obţinute la punctul de aşteptare (observaţie) forajul F—2H, s-a întocmit diagrama din figura 3, din care s-a calculat timpul mediu de tranzit între acviferul marcat în forajul F—1H şi acviferul din forajul F—2H.

În condiţiile de pompare din perioada experimentării şi avînd distanţa între punctul de

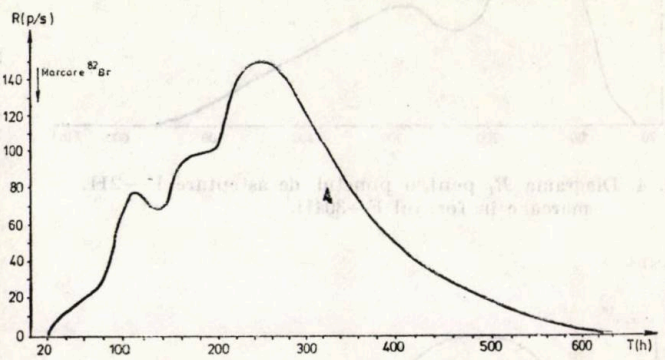


Fig. 3. Diagrama R_t pentru punctul de aşteptare F—2H, marcare în forajul F—1H.

marcare şi punctul de aşteptare la o adîncime de 305 m, a rezultat viteza pentru frontul de apă cu trasor şi viteza de circulaţie a apei. Datele respective sînt prezentate în tabelul 2.

2. *Marcarea din forajul F—304 H*

După prelucrarea datelor obţinute la punctele de aşteptare s-au întocmit diagramele din: figura 4 pentru forajul F—2H, figura 5 pentru forajul F—1HA şi figura 6 pentru puţul G—210. Din aceste diagrame s-au calculat timpii medii de tranzit şi viteze corespunzătoare distanţelor pentru fiecare punct de măsurare. Rezultatele obţinute în condiţiile existente în perioada efectuării experimentului sînt prezentate în tabelul 2.

Prin marcarea acviferului din forajul F—304H, care este echipat cu filtru numai în zona acviferului din culcuşul stratului de cărbune, şi apariţia radionuclidului în acviferul din forajul F—2H, care este forat numai pînă

Tabelul 2

Rezultatele experimentărilor cu trasori radioactivi

Punct marcare	Punct aşteptare	Distanţa, m	Timp mediu de tranzit, d	Viteza frontului de trasor, m/zi	Viteza apei, m/zi	Observaţii
F—1H	F—2H	20	4,88	4,10	4,92	Pompare cu întrerupere
F—304H	F—2H	46	10,14	4,53	5,66	Pompare intermitentă
F—304H	F—1HA	40	5,87	6,81	7,70	Pompare cu întreruperi
F—304H	F—1H	30	14,43	2,13	2,34	Fără pompare
F—304H	puţ G—210	40	10,07	3,97	4,76	Pompare 5—6 h/zi
F—1HB	puţ G—210	28	8,07	3,47	3,92	Evacuare apă din frontul de lucru
F—1HB	F—1HA	39	14,11	2,76	2,85	Fără pompare

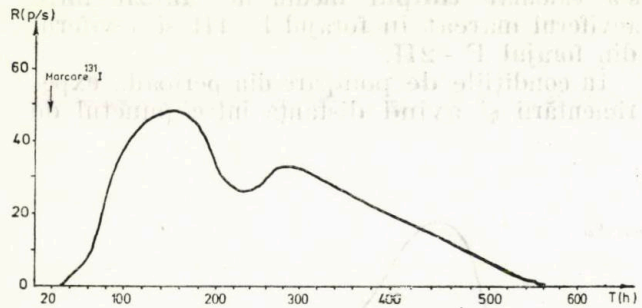


Fig. 4. Diagrama R_t pentru punctul de aşteptare F—2H, marcare în forajul F—304H.

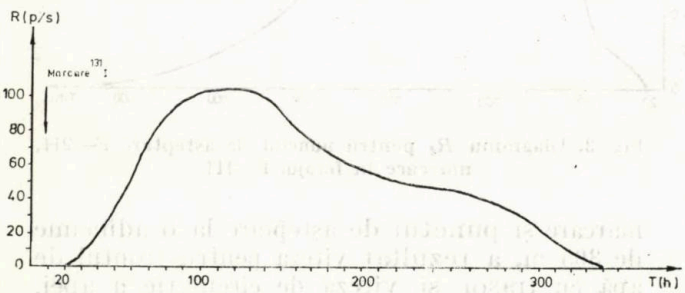


Fig. 5. Diagrama R_t pentru punctul de aşteptare 1HA, marcare în forajul F—304H.

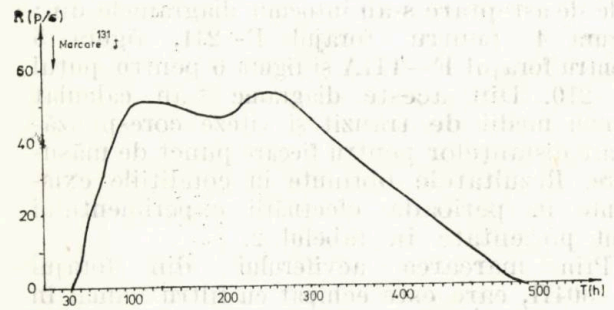


Fig. 6. Diagrama R_t pentru punctul de aşteptare puţul 210, marcare în forajul F—304H.

în acviferul din acoperişul sratului de cărbune şi echipat cu filtru numai în această zonă, s-a determinat existenţa legăturii hidraulice pe verticală între acviferul din culcuşul şi acoperişul stratului de cărbune (fig. 7) în condiţii de pompare din forajul F—2H.

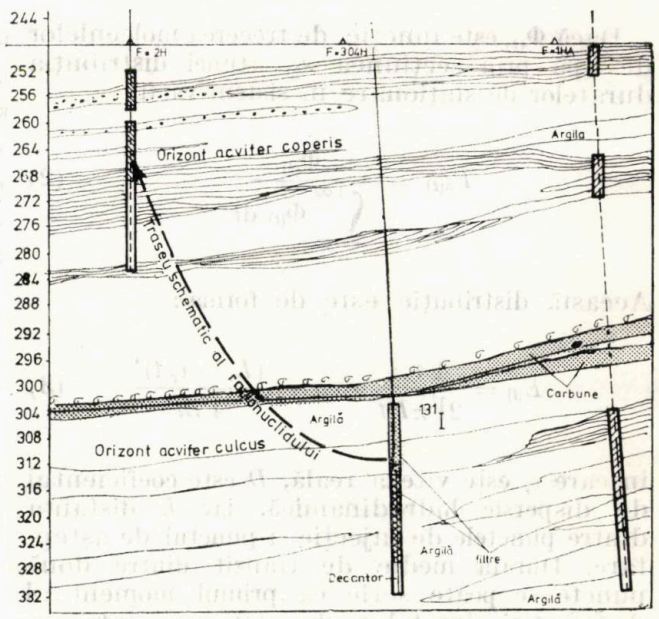


Fig. 7. Schiţa unui profil în zona de investigat cu trasori radioactivi.

Măsurătorile efectuate în forajul F—1H în perioada marcării din forajul F—304H cu ^{131}I au furnizat date pentru determinarea direcţiei locale de curgere a apelor subterane (fig. 8). În figurile 9—11 se redau spectrele care pun în evidenţă prezenţa ^{131}I în filtrele cu schimbători de ioni măsurate.

3. *Marcarea din forajul F—1HB*

După prelucrarea datelor obţinute la punctele de aşteptare s-au întocmit diagramele

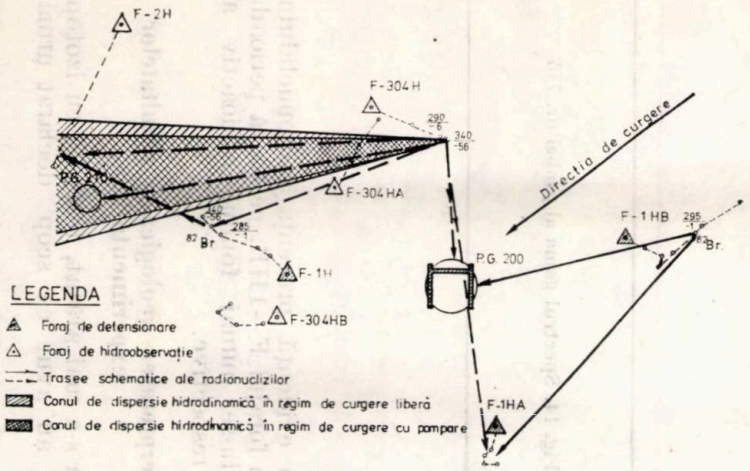


Fig. 8. Schema traseelor radionuclizilor şi a direcţiei locale de curgere a apelor subterane.

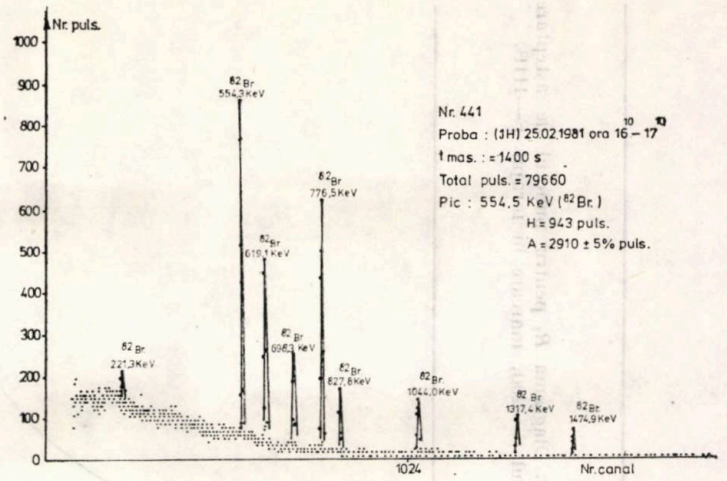


Fig. 9. Spectrul gama al probei nr. 441.

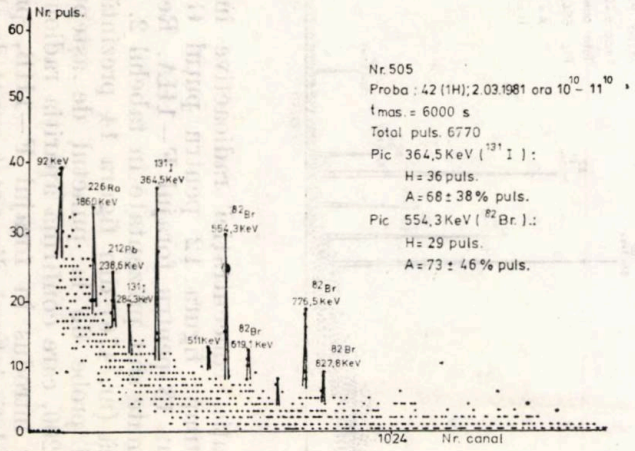


Fig. 10. Spectrul gama al probei nr. 505

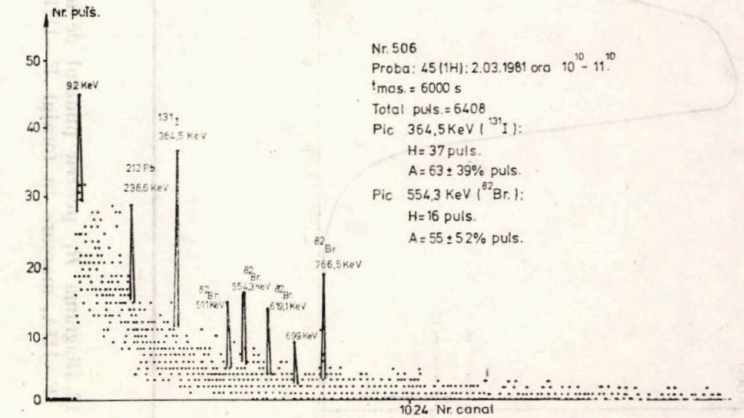


Fig. 11. Spectrul gama al probei nr. 506

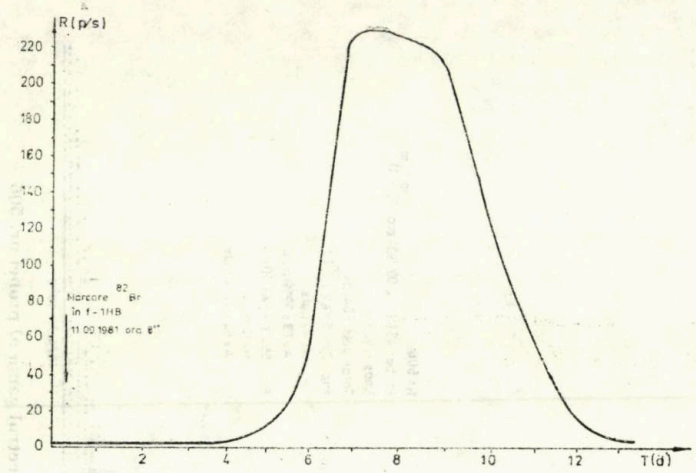


Fig. 12. Diagrama R_t pentru punctul de aşteptare puţul G—200, marcare în forajul F—1HB.

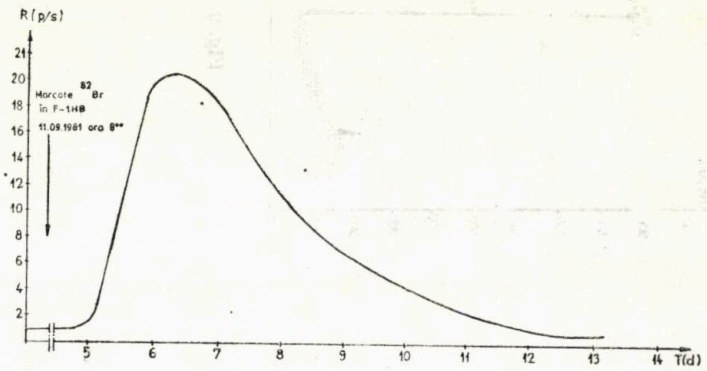


Fig. 13. Diagrama R_t pentru punctul de aşteptare F—1HA, marcare în forajul F—1HB.

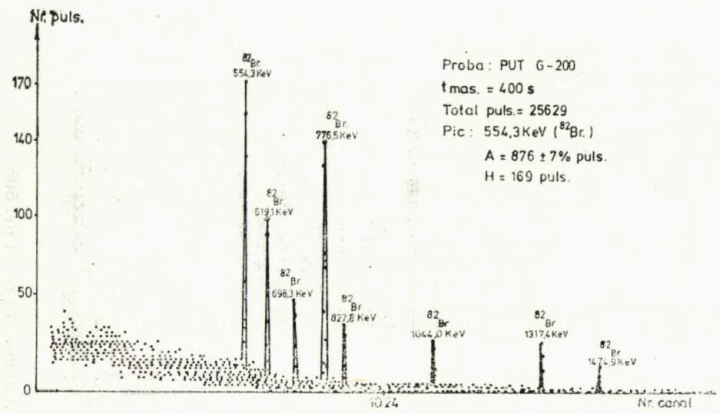


Fig. 14. Spectrul gama al probei nr. 746

variaţiei concentraţiei radioactive în funcţie de timp: figura 12 pentru puţul G—200 şi figura 13 pentru forajul F—1HA. Rezultatele obţinute sînt prezentate în tabelul 2. Spectrul gamă (nr. 476) din figura 14 prezintă analiza unei probe de la punctul de aşteptare puţ G—200, care confirmă apariţia radionuclidului ^{82}Br introdus în forajul F—1HB, precum şi circulaţia intensă din acest punct de observaţie în comparaţie cu celelalte puncte, infirmînd ipoteze existenţei unei falii etanşe între puţul G—200 şi forajul F—1HB. În punctele de aşteptare puţ G—210 şi forajul F—304 nu s-a pus în evidenţă prezenţa radionuclidului introdus în forajul F—1HB, pe toată perioada înregistrîndu-se numai fondul radioactiv al punctelor respective.

VII. Interpretarea geologică a rezultatelor experimentărilor

Aşa cum s-a mai arătat, testările cu izotopi radioactivi au avut ca scop declarat următoarele:

- determinarea direcţiei de curgere a apelor subterane, a vitezei lor, precum şi a timpului de tranzit;

● determinarea existenței unor legături hidraulice între orizonturile acvifere și între blocurile geologice;

● verificarea etanșeității unor presupuse falii etc.

Rezultatele testărilor au contribuit la creșterea gradului de cunoaștere hidrogeologică a perimetrului minei experimentale, unele concluzii putîndu-se generaliza la scara întregului bazin. Direcția de curgere a apelor subterane (NE—SV), determinată prin testările cu izotopi, nu este în discordanță cu cea determinată prin metode hidrogeologice clasice (N—S); este posibil ca drenarea puternică, exercitată de puțul G—200, să fi influențat local această direcție. În privința vitezei de curgere a apelor subterane, valorile obținute prin metode clasice sînt mult mai mici decît cele determinate prin testările cu izotopi. Astfel, dacă prin metode clasice viteza de curgere se înscrie între 0,4 și 1,6 m/zi, în regim neinfluențat de stările radioactive arată viteze de 2,34 — 2,85 m/zi în regim neinfluențat și valori cuprinse între 3,92 și 7,70 m/zi în regim de pompare.

O problemă mai delicată o constituie existența legăturii hidraulice între orizonturile acvifere. La prima vedere o astfel de afirmație pare surprinzătoare, deoarece în condiții normale orice legătură între orizonturi este exclusă, atît datorită grosimii mari a ecranului (20—25 m), cît și uniformității și compactibilității sale. Singura explicație posibilă ar fi prezența unui deranjament tectonic care pune în contact formațiunile acvifere ale celor două orizonturi. Acest contact poate fi direct sau prin intermediul unor falii deschise. Dealtfel se presupunea existența unei falii între forajele 2H și 1H, dar acum ipoteza a devenit certitudine. Prin similitudine cu situația din zona forajelor 1H, 2H și 304 H se poate trage concluzia că cel puțin o parte din faliile ce compartimentează întreg bazinul în blocuri nu sînt etanșe și deci apare probabilitatea existenței legăturilor hidraulice dintre blocuri.

În concluzie, pînă la deschiderea cu lucrări miniere a stratului de cărbune, testările cu radionuclizi rămîn singura posibilitate de control a interpretărilor structurale și hidrogeologice.

Bibliografie

[1] Gaşpar, E., Oncescu, M. *Radioactive tracers in hydrology*. Ed. Academiei, 1972.

[2] Dinescu, L. *Contribuție la dezvoltarea metodelor nucleare „in situ" folosite în hidrologie*. Teză de doctorat, 1976.

[3] * * * *Cercetări cu trasori radioactivi în zona zăcămîntului de cărbune Borod-Borozel*. Documentație științifică la contractul 5208/1980.

[4] Drost W. ș.a. *Metodele cu izotopi în teoria apelor de adîncime*, EURISOTOP, 1972.

[5] * * * *Institut für Radiohydrometrie*. JAHRESBERICHT, 1971, GSF—Bericht R 169, 1973.

[6] * * * *Isotope in Hydrology, Proceedings of a symposium IAFA*, Viena 1974.

Încercări de brichetare a mangalului mărunt

Sing. **Magdalena Săpașu**
I.C.P.M.C. Petroșani

I. Generalități

Pînă în prezent în țara noastră mangalul era utilizat, aproape în exclusivitate, în industria metalurgică, iar mangalul mărunt — în scopuri casnice.

Granulația sub 10 mm nu avea consumatori, fiind depozitat în hălzi. Pe plan mondial aceste deșeuri sînt brichetate cu lianți nefumigeni.

În România brichetarea se folosește numai pentru transformarea huilelor și ligniților mărunți într-un combustibil utilizabil pentru consumul casnic.

Pentru valorificarea mangalului mărunt s-au făcut încercări de brichetare în laborator și încercări industriale la instalația de brichetare Coroiești.

Brichetele trebuie să îndeplinească următoarele condiții:

— inițierea ușoară a arderii;

— arderea completă și fără fum;

— evitarea degradării granulometrice.

Pentru reducerea fumului și a funinginei rezultate la arderea brichetelor, precum și reducerea cheltuielilor liantului, ținînd cont că bitumul este dificitar, s-au căutat alți lianți.

În rîndul materialelor înalt moleculare, solubile, cu putere mare de legare, s-a găsit și un astfel de liant care, parțial, îndeplinește condițiile arderii.

Materialele organice care conțin amidon (pleava de orez, porumbul, făina de cartofi) după o prelucrare corespunzătoare pot fi folosite ca lianți.

Puterea mare de legare a soluțiilor de amidon a fost stabilită încă în secolul trecut și utilizate cu succes ca liant la brichetarea huilelor în Germania, Statele Unite și Franța.

În lucrarea „Brikettierung der steinkohle" la capitolul „Lianți", este precizat faptul că pentru brichetarea combustibililor solizi se pot utiliza și alte tipuri de lianți nefumigeni ca: amidon, lești sulfitice, vîscoze, celuloxantogenat.

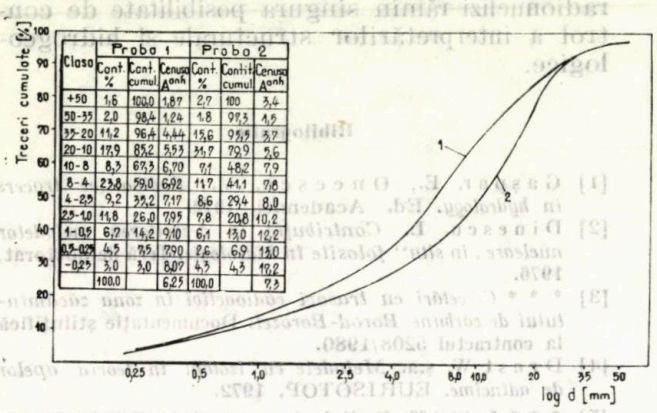
Spre deosebire de brichetarea cu bitum, la brichetarea cu lianți solubili nu este necesară uscarea mangalului mărunt înainte de amestec ($W_t = 5 - 10\%$).

Mangalul sub formă de bucăți este de culoare neagră, lucioasă în spărtură proaspătă, cu structură lemnoasă, sunet metalic și poros.

Proba de mangal a fost supusă analizei granulometrice cu determinarea umidităților și cenușilor pe clase.

Rezultatele obținute sînt prezentate în figura 1.

Mangalul are un conținut mediu de cenușă de 6,25% și o umiditate medie de 8,8%.



Clasa	Proba 1 Cont. %	Cont. cumul.	Cenușa A^{anh}	Proba 2 Cont. %	Cont. cumul.	Cenușa A^{anh}
+50	1,6	100,0	1,87	2,7	100	3,4
50-35	2,0	98,4	1,24	1,8	97,3	1,5
35-20	11,2	96,4	4,44	15,6	95,5	3,7
20-10	17,9	85,2	5,53	31,7	79,9	5,6
10-8	8,3	67,3	6,70	7,1	48,2	7,9
8-4	23,8	59,0	6,92	11,7	41,1	7,8
4-2,5	9,2	35,2	7,17	8,6	29,4	8,0
2,5-1,0	11,8	26,0	7,95	7,8	20,8	10,2
1-0,5	6,7	14,2	9,10	6,1	13,0	12,2
0,5-0,25	4,5	7,5	7,90	2,6	6,9	13,0
-0,25	3,0	3,0	8,07	4,3	4,3	12,2
	100,0		6,25	100,0		7,3

Fig. 1. Analiza granulometrică a mangalului.

II. Caracteristicile fizico-chimice ale brichetelor produse experimental în laborator

Brichetele de mangal trebuie să aibă o putere calorifică ridicată și o rezistență cît mai mare la manipulare și depozitare.

Forma și mărimea lor depind de întrebuințare și sînt fixate prin norme. Deoarece la fabricarea mangalului rezultă o cantitate mare de praf (deșeu) s-a propus valorificarea acestuia. Una din căile care fac posibilă utilizarea o constituie brichetarea.

Cercetările de laborator s-au efectuat variind conținutul de amidon între 4 și 10%, pentru a stabili consumul specific optim. Pentru a asigura consumuri specifice scăzute de lianți, este necesar ca liantul să fie întrebuințat în condiții (temperatură sau diluție) care să-i permită o bună dispersare în masa de combustibil. Aceasta presupune ca liantul-amidon să fie utilizat în condiții cînd vîscozitatea gelului nu împiedică o bună omogenizare cu mangalul.

Din practica brichetării este cunoscut că pentru a obține brichete cu rezistență bună este necesar ca liantul să fie dispersat în masa combustibilului solid, creînd pelicule care asigură legătura (coeziunea) dintre granule.

Pentru aceasta s-au efectuat încercări de brichetare în laborator cu diferite diluții (amestecuri apă-amidon), precum și diferite consumuri de amidon față de proba de mangal supusă brichetării.

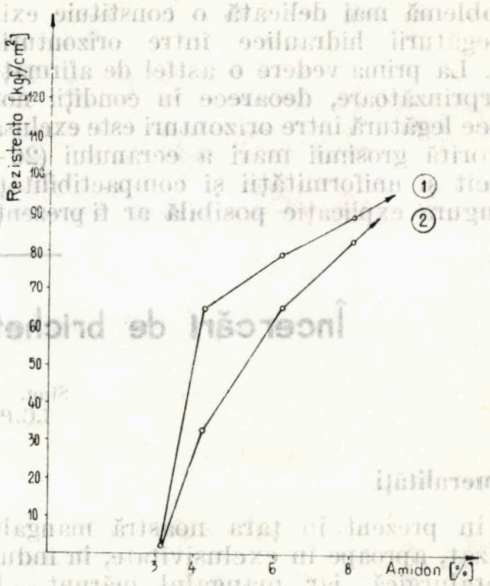
Pentru o bună omogenizare este necesară o malaxare intensă, avînd durată cu atît mai lungă cu cît gelul este mai vîscos.

Menționăm că presarea s-a efectuat cu o presă manuală care a fost confecționată în cadrul laboratorului.

Brichetele astfel obținute au următoarele caracteristici:

- umiditate W_t 13,6%;
- cenușă A^{anh} 14,5%;
- volatile V_t 27,1%;
- sulf S_t 0,16%;
- rezistență 70 kgf/cm²;
- putere calorică inferioară 4 992 kcal/kg.

Rezistențele medii pentru cele două sorturi de încercări sînt prezentate grafic luînd în abscisă conținutul de amidon în brichetă, iar în ordonată — rezistența medie (fig. 2).



1 - Rezistența brichetelor cu mangal sort - 4 mm
2 - Rezistența brichetelor cu mangal sort - 8 mm

Fig. 2. Variația caracteristicilor brichetelor funcție de conținutul de amidon.

Se constată că rezistența obținută cu 3% amidon este nesatisfăcătoare. Pe măsura creșterii consumului de amidon rezistența crește, curba de variație a rezistențelor pentru clasa 0—4 mm fiind mai avantajoasă decît cea a clasei 0—8 mm.

Întrucît bucățile de mangal nebrichetat au rezistență de maxim 35 kgf/cm², considerăm că rezistența mai slabă a brichetelor cu mangal

sort 0—8 mm se datorește formării unor planuri de ruptură în interiorul granulelor de combustibil și nu pe suprafețele granulelor legate cu liant.

La ieșirea din presă brichetele au o rezistență mai scăzută (aproximativ 15 kgf/cm^2), rezistențele crescînd pe măsură ce brichetele se usucă și se răcesc.

Rezistența și coeziunea brichetelor cu amidon se apropie de caracteristicile brichetelor produse cu liant bitum.

În literatura de specialitate sînt descrise procesele de tratare a brichetelor și anume uscarea brichetei prin ardere pentru a-i mări rezistența.

Uscarea se face în instalații cu tiraj forțat, dînd rezultate bune cu un consum de combustibil mic.

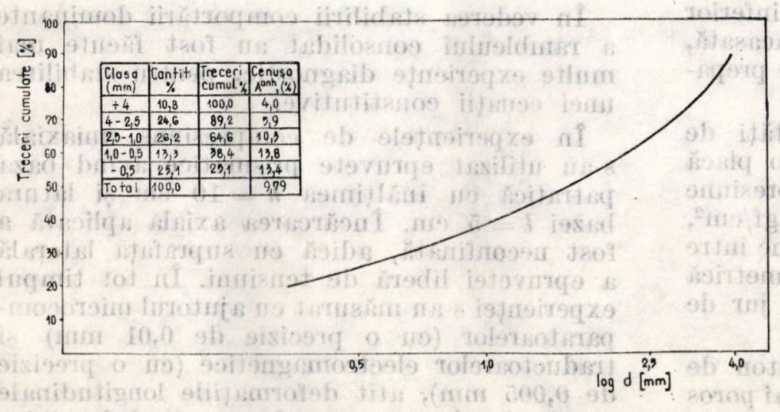
Pentru a stabili posibilitatea de valorificare a brichetelor, s-au efectuat încercări de ardere. La ardere brichetele își păstrează forma și nu au tendință de degradare. Ținuta la foc este bună, brichetele nu sînt fumigene, se aprind ușor (inițierea se face cu așchii de lemn), ard complet, fiind un combustibil ideal pentru consumatorii casnici.

III. Caracteristicile brichetelor produse experimental la instalația de brichetare Coroiești

Încercările industriale s-au efectuat pe o singură linie a instalației de brichetare Coroiești, fără uscarea prealabilă a mangalului.

În literatura de specialitate se prevede ca mangalul utilizat în amestec să fie cu 5% conținut de umiditate și amidon cu 10% umiditate.

Umiditatea mangalului influențează adeziunea filmului de liant pe cărbune, cu consecințe nefavorabile asupra omogenizării.



Clasa (mm)	Cantit. %	Treceri cumul. %	Cenușa A^{anh} (%)
+4	10,8	100,0	4,0
4 - 2,5	24,6	89,2	2,9
2,5 - 1,0	28,2	64,6	10,9
1,0 - 0,5	13,3	36,4	13,8
- 0,5	23,1	23,1	13,4
Total	100,0		9,79

Fig. 3. Analiza granulometrică a mangalului sort 0—4 mm

Analiza granulometrică a mangalului este prezentată în figura 3. Alura curbei granulometrice, prezentată în ordonate logaritmice, indică friabilitate pronunțată, — datorită alurii concave a curbei trecerilor cumulate.

Umiditatea totală a mangalului este de 22,5%, iar a cenușii de 9,78%. Umidități ale mangalului mai mari de 15% impun uscarea prealabilă procesului de brichetare, în scopul obținerii unor brichete cu rezistență corespunzătoare.

Încercările de brichetare industriale s-au făcut utilizînd doar utilajele din partea finală a fluxului : cutia de amestec, presa de brichetare și banda de plasă metalică pentru răcirea brichetelor.

În cutia de amestec a presei s-a introdus, în mod treptat și concomitent, mangal și gel. Omogenizarea s-a făcut în bune condiții, după care s-a trecut la presarea brichetelor în presa cu valțuri cu alveole în formă de perniță.

Încercările de brichetare au decurs mulțumitor. Pe banda metalică de răcire brichetele au avut un conținut foarte redus de subgranulație, ele putînd fi manipulate imediat după presare.

Brichetele rezultate au fost supuse analizelor fizico-chimice de rezistență și coeziune, conform standardelor în vigoare.

S-au făcut determinări de umiditate, cenușă, volatile, rezistențe și ardere a brichetelor.

Brichetele au avut următoarele caracteristici :

— cenușă A^{anh} 10,4% ;
— volatile V_t 20,1% ;
— sulf S_t 0,17% ;
— putere calorică inferioară 4868 kcal/kg ;
— coeziune 82%.

Pe o perioadă de o săptămînă s-a urmărit, zi de zi, variația umidității brichetelor. Față de umiditatea inițială a brichetei, în ultima zi s-a constatat o scădere a umidității cu 19 puncte, prin uscare în aer liber. Conținutul de cenușă variază între 10,1 și 11%.

Pentru a stabili posibilitatea de valorificare a brichetelor s-au efectuat încercări de ardere a lor, încercări care s-au făcut pe loturi de brichete umede (abia rezultate din fabricație), brichete uscate în etuvă și brichete după 24 de ore de la fabricație. Inițierea arderii s-a făcut cu așchii de lemn.

La ardere brichetele își păstrează forma și nu au tendințe de degradare, ținuta la foc a brichetelor fiind bună.

Concluzii

Întrucît mangalul este un combustibil nefumigen, cu conținut redus de cenușă și sulf, se impune valorificarea lui superioară, pe plan mondial existînd cerere pentru astfel de combustibil la consumul casnic, sub formă de brichete în stare preambalată.

Cercetările efectuate în laborator au stabilit posibilitățile utilizării ca liant a amidonului sub formă de gel în apă; întrucît vîscozitatea gelului crește cu creșterea conținutului de amidon, s-a stabilit ca optimă proporția 1 : 15, pentru care gelul format este manipulabil și posibil de omogenizat.

Rezistența și coeziunea brichetelor cu amidon se apropie de caracteristicile brichetelor produse cu liant bitum.

Este necesară o bandă de răcire din plasă metalică pe care se poate insufla aer cald pentru uscare-întărire.

Bibliografie

[1] Mihăilescu, L., Săpaşu, M. *Încercări de brichetare a mangalului în instalațiile existente în industria carboniferă.* Studiu I.C.P.M.C. Petroșani.

[2] Werner, H., Hermann Mayer, *Brikettierung der steinkohle.*

Proprietățile reologice ale unui rambleu consolidat

M. Mateescu, Universitatea din București
S. Teodorescu, Institutul de Matematică
D. Fotă, I.C.I.T.P.M.L. Craiova
N. Cristescu, Universitatea din București

I. Introducere

Datorită unor condiții geologo-tehnice specifice, cît și pentru limitarea deformării masivului înconjurător, la exploatarea rezervei de substanțe minerale utile din unele panouri de exploatare ale zăcămîntului Suior se utilizează metoda de exploatare în felii orizontale descendente și umplerea golurilor cu rambleu consolidat.

Avînd în vedere dimensiunile mari ale zăcămîntului, exploatarea substanței minerale utile din cadrul unei felii se face prin metoda cu camere și pilieri, golurile formate fiind imediat rambleate.

Rambleul utilizat este un beton inferior alcătuit dintr-un amestec de piatră concasată, nisip din iazul de decantare al uzinei de preparare și o cantitate redusă de ciment.

Rambleierea se face cu două calități de beton, la baza camerelor turnîndu-se o placă de 60—80 cm, a cărei rezistență la compresiune uniaxială variază între 45 și 140 kgf/cm², cu o medie de 70 kgf/cm², iar la tracțiune între 12 și 16 kgf/cm²; are o greutate volumetrică de 2,05 t/m³ și o porozitate medie în jur de 25%.

Peste această placă se așază un beton de umplutură mai ușor $\gamma_w = 1{,}85$ t/m³ și mai poros (28—52%) decît betonul din placă, cu o rezistență la compresiune care variază între 25 și 30 kgf/cm² și cu 4—5 kgf/cm² rezistență la tracțiune.

Întrucît după compoziție deosebirea dintre cele două betoane este reprezentată numai prin cantitatea de ciment utilizată la confecționarea fiecărei unități de volum de beton, diferența dintre valorile lor de compactitate este relativ mică (75% față de 65%).

Încercările efectuate și pe alte tipuri de ramblee consolidate cum ar fi de exemplu betonul confecționat din steril de flotație cu ciment dozat în aceeași proporție la m³ de beton, au arătat că absența din compoziția acestor betoane a agregatelor rezistente duce la o comportare la solicitări mult inferioară betoanelor utilizate în prezent la Șuior și anume de 7 pînă la 20 kgf/cm² rezistență la compresiune.

II. Proprietăți elasto-plastice

În vederea stabilirii comportării dominante a rambleului consolidat au fost făcute mai multe experiențe diagnostic, pentru stabilirea unei ecuații constitutive.

În experiențele de compresiune uniaxială s-au utilizat epruvete prismatice avînd baza patratică cu înălțimea $h = 10$ cm și latura bazei $l = 5$ cm. Încărcarea axială aplicată a fost neconfinată, adică cu suprafața laterală a epruvetei liberă de tensiuni. În tot timpul experienței s-au măsurat cu ajutorul microcomparatoarelor (cu o precizie de 0,01 mm) și traductoarelor electromagnetice (cu o precizie de 0,005 mm), atît deformațiile longitudinale ε_1, cît și cele transversale ε_2. Curbele tipice $\sigma_1 - \varepsilon_1$ și $\sigma_1 - \varepsilon_2$ obținute cu o viteză de încărcare $\dot{\sigma}_1 = 1{,}5$ kgf/cm²s sînt prezentate în figura 1. Pe același grafic s-a trasat și curba $\sigma_1 - \varepsilon_v$ de variație a deformației de volum calculată din :

$$\varepsilon_v = \varepsilon_1 + 2\varepsilon_2. \quad (1)$$

Din această figură rezultă că relaţiile $\sigma_1 - \varepsilon_1$ şi $\sigma_1 - \varepsilon_2$ sînt puternic neliniare, iar volumul este dilatant.

Altă experienţă diagnostic a constat din descărcarea de eforturi pornind de la diverse nivele ale tensiunii σ_1 atinse în timpul încărcării. Aceste descărcări făcute pînă la $\sigma_1 = 10$ kgf/cm² au fost urmate de reîncărcări şi au pus în evidenţă deformaţii plastice semnificative.

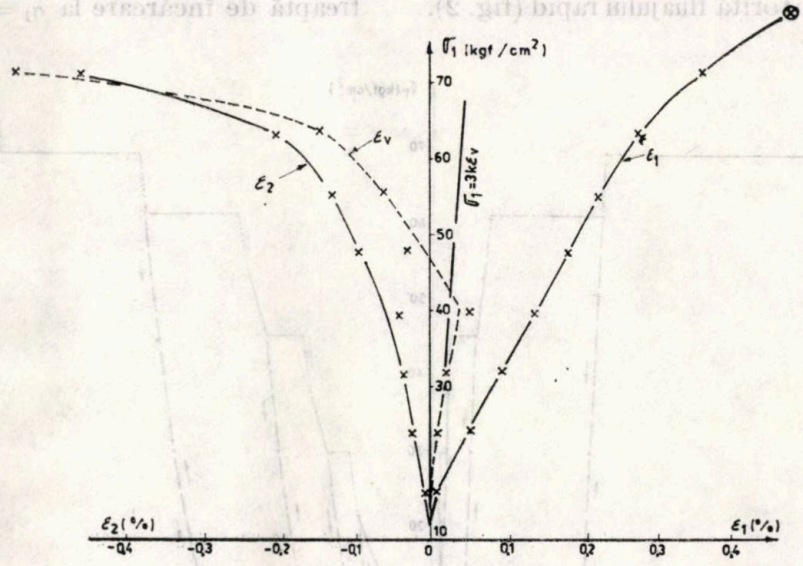


Fig. 1

Deformaţiile înregistrate sînt o sumă a două componente, şi anume una elastică ε^E (reversibilă) şi una plastică ε^P (ireversibilă):

$$\varepsilon_1 = \varepsilon_1^E + \varepsilon_1^P \tag{2}$$

Din pantele $\frac{\Delta\sigma_1}{\Delta\varepsilon_1}$ şi $\frac{\Delta\sigma_1}{\Delta\varepsilon_2}$ ale curbelor de descărcare, pe prima porţiune (treime) a lor, au fost obţinute constantele elastice conform formulelor:

$$E = \frac{\Delta\sigma_1}{\Delta\varepsilon_1^E}$$

$$K = \frac{1}{3}\,\frac{\Delta\sigma_1}{2\Delta\varepsilon_1^E + \Delta\varepsilon_2^E} \tag{3}$$

$$G = \frac{1}{2}\,\frac{\Delta\sigma_1}{\Delta\varepsilon_1^E - \Delta\varepsilon_2^E}$$

În cazul unei determinări corecte a acestor constante, se satisface şi bine-cunoscuta relaţie:

$$E = \frac{9KG}{3K + G}. \tag{4}$$

Coeficientul lui Poisson ν s-a obţinut din relaţia:

$$\nu = \frac{E - 2G}{2G} \tag{5}$$

Pentru betonul utilizat de rambleiere s-au obţinut valorile $K = 51\,440$ kgf/cm², $G = 29\,650$ kgf/cm², $E = 74\,600$ kgf/cm² şi $\nu = 0{,}258$. În determinarea acestor constante nu s-a ţinut seama de înregistrările făcute foarte aproape de rupere, precum şi de cele ce corespund la tensiuni foarte mici imediat după prima încărcare. Determinarea acestor constante pe întreaga porţiune de descărcare conduce la alte valori şi anume: $K = 35\,600$ kgf/cm², $G = 20\,213$ kgf/cm² şi $E = 65\,337$ kgf/cm², care sînt mult mai mici şi nu corespund propriu-zis la ceea ce se numeşte în mod curent „constante elastice" deoarece pe ultima porţiune a curbei de descărcare se redeschid microfisurile etc.

Deoarece la tensiuni mai mari (înainte de rupere) deformaţia de volum a betonului utilizat la rambleiere este mai mică decît deformaţia elastică:

$$\varepsilon_v < \frac{\sigma_1}{3K} \tag{6}$$

acest material este dilatant [1].

III. Fluaj

Se ştie că deformarea rocilor prin fluaj are loc într-un timp foarte îndelungat, dar că o mare parte a deformaţiei prin fluaj are loc în primele minute de la aplicarea încărcării. Este vorba de aşa-numitul fluaj rapid [2]

de importanță și în practica minieră. Pentru a testa dacă un asemenea fluaj rapid există și la betoanele utilizate la rambleiere, s-au făcut experiențe la mașina universală de încărcat cu viteza de încărcare de $\dot{\sigma}_1 = 1{,}5$ kgf/cm² s. O încărcare preliminară a fost făcută pînă la $\sigma_1 = 10$ kgf/cm². La diverse nivele ale tensiunii aplicate, încărcarea a fost oprită, menținîndu-se tensiunea constantă timp de 5 pînă la 10 min. În aceste intervale de timp deformația a crescut sensibil datorită fluajului rapid (fig. 2).

epruvetei, cu o precizie a citirilor de 0,005 mm. La fiecare treaptă, încărcarea a fost menținută constantă atîta timp cît deformațiile erau încă crescătoare. Experiențele au arătat că după un anumit număr de zile unele deformații se stabilizau, creșterea lor încetînd. Prin urmare este vorba propriu-zis de o deformație de fluaj primar. Cu creșterea nivelului tensiunii aplicate, fluajul se stabilizează din ce în ce mai greu. Remarcăm totuși că la prima treaptă de încărcare la $\sigma_1 = 8$ kgf/cm² betonul

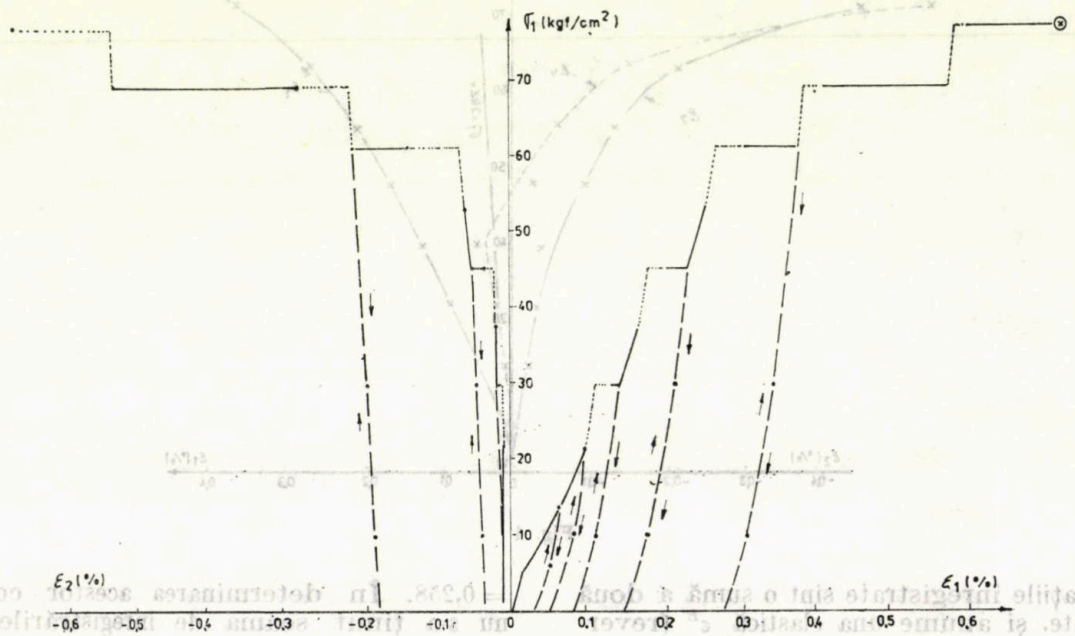


Fig. 2

În orice caz aceste experiențe arată că betonul utilizat la rambleiere se poate deforma foarte mult prin fluaj chiar în primele minute de la aplicarea încărcării. Prin linii întrerupte sînt indicate curbele de descărcare și reîncărcare obținute, descărcarea pornind de la capătul fiecărui palier orizontal. Ruperea epruvetei s-a produs în timpul fluajului la $\sigma_1 = 87$ kgf/cm². În figura 2 sînt de remarcat și deformațiile de fluaj foarte mari pentru deformarea transversală. Curbele de fluaj rapid de pe diversele paliere din figura 2, adică variația în timp a ambelor deformații pentru diverse nivele constante ale tensiunii, sînt date în figura 3.

Au fost făcute și experiențe tradiționale de fluaj, în care epruveta prismatică a fost încărcată succesiv cu tensiuni constante din ce în ce mai mari. În timpul cît încărcarea a fost menținută constantă, epruveta s-a deformat prin fluaj. Deformația înălțimii a fost măsurată cu patru comparatoare, dînd o precizie a citirilor de 0,01 mm, iar deformația laturii a fost măsurată tot cu patru microcomparatoare, așezate în cruce la mijlocul

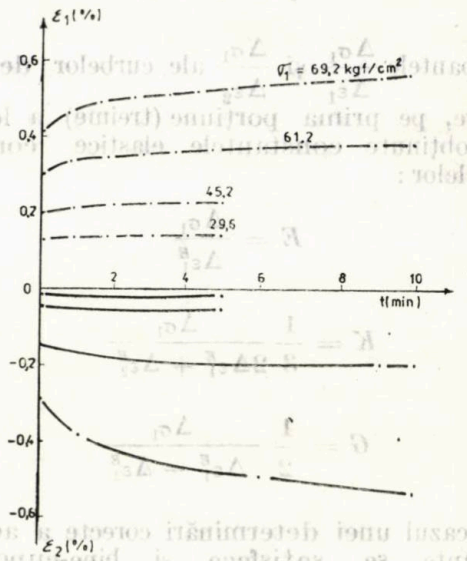


Fig. 3

de rambleiere s-a deformat foarte mult, avînd loc în primul rînd o compactifiere marcată,

adică volumul epruvetei scade foarte mult (fig. 4 și 9). După stabilizarea ambelor componente ale deformației tensiunea cu care este încărcată axial epruveta este crescută și se observă din nou fluajul care urmează pînă la o nouă stabilizare etc.

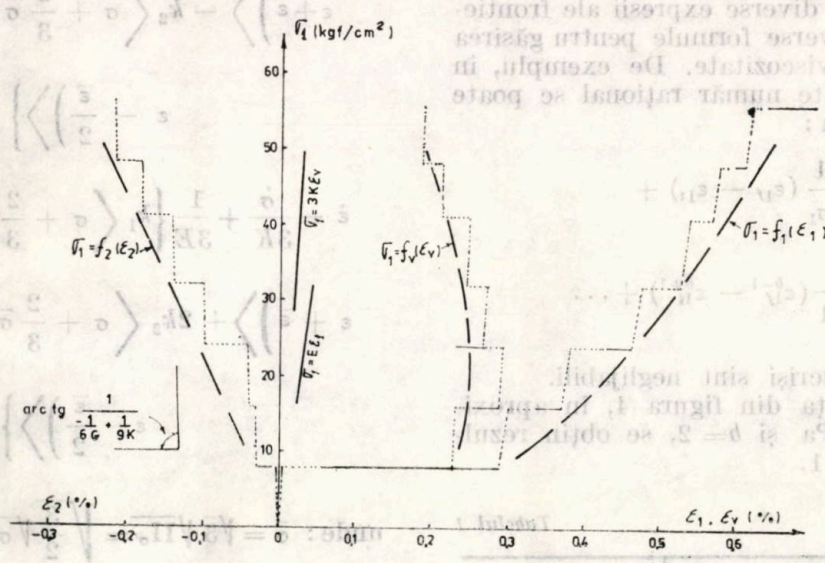


Fig. 4

Punctele din planul $\sigma_1 - \varepsilon_1$ și respectiv $\sigma_1 - \varepsilon_2$, ce corespund stabilizării procesului de fluaj, se așază pe niște curbe ce sînt numite frontiere de stabilizare a fluajului. Aceste frontiere pot fi aproximate prin funcții matematice cît mai simple $\sigma_1 = f_1(\varepsilon_1)$ și $\sigma_1 = f_2(\varepsilon_2)$. Pentru betonul utilizat la rambleiere prima frontieră se poate scrie sub forma:

$$\varepsilon_1 = \left(\frac{\sigma_1}{a}\right)^{1/b} \tag{7}$$

cu $a = 55 \times 10^5$ kgf/cm² (539, 22 *GPa*) și $b = 2{,}3$. Într-o variantă mai simplificată putem lua $a = 110$ *GPa* și $b = 2$. Această frontieră este reprezentată prin linii punctate în figura 4. Cea de-a doua frontieră $\sigma_1 = f_2(\varepsilon_2)$ se poate aproxima printr-o linie dreaptă

$$c\varepsilon_2 = -\sigma_1 \tag{8}$$

cu $c = 22\,200$ kgf/cm² (2,17 *GPa*) reprezentată și ea în figura 4.

După obținerea punctelor de stabilizare pentru fluajul deformațiilor ε_1 și ε_2, utilizînd formula (1) se pot obține și punctele de stabilizare pentru fluajul volumului $\sigma_1 = f_v(\varepsilon_v)$ (fig. 4).

Pentru obținerea unui model matematic care să descrie fluajul betonului de rambleiere vom presupune că răspunsul instantaneu al rocii este liniar elastic. Deci pentru descrierea fluajului celor două deformații vom utiliza expresii de forma [1; 2]:

$$\dot{\varepsilon}_1 = \left(\frac{1}{3G} + \frac{1}{9K}\right)\dot{\sigma}_1 + \frac{k_1}{E}\langle \sigma_1 - f_1(\varepsilon_1)\rangle$$

$$\dot{\varepsilon}_2 = \left(-\frac{1}{6G} + \frac{1}{9K}\right)\dot{\sigma}_1 + \frac{k_2}{E}\langle \sigma_1 - f_2(\varepsilon_2)\rangle \tag{9}$$

unde punctele puse deasupra literelor înseamnă „derivată în raport cu timpul", iar paranteza $\langle\ \rangle$ are semnificația:

$$\langle A\rangle = \begin{cases} A \text{ dacă } A > 0 \\ 0 \text{ dacă } A \leqslant 0 \end{cases}$$

În relația (9) constantele elastice sînt deja cunoscute din experiențele de descărcare descrise mai sus. E/k_1 și E/k_2 sînt coeficienți de vîscozitate a căror mărime va fi dată în Poise (1 Poise$=10^{-1}$N s m^{-2}), determinarea lor făcîndu-se prin experiențe de fluaj și formule de tipul:

$$\frac{k_1}{E}(t_f - t_i) = \int_{\varepsilon_{1i}}^{\varepsilon_{1f}} \frac{\mathrm{d}\varepsilon_1}{\sigma_1 - f_1(\varepsilon_1)} \tag{10}$$

unde indicii i și f corespund începutului și respectiv sfîrșitului perioadei de fluaj considerată. În particular pentru frontiera (7) în cazul $b = 2$ obținem:

$$\frac{k_1}{E} = \frac{1}{t_f - t_i}\,\frac{1}{2\sqrt{a\sigma_1}}\cdot$$

$$\ln\left|\frac{(\sqrt{a}\varepsilon_{1f} + \sqrt{\sigma_1})\,(\sqrt{a}\varepsilon_{1i} - \sqrt{\sigma_1})}{(\sqrt{a}\varepsilon_{1f} - \sqrt{\sigma_1})\,(\sqrt{a}\varepsilon_{1i} + \sqrt{\sigma_1})}\right| \tag{11}$$

Pentru determinarea lui k_2, în cazul utilizării frontierei (8), se obţine :

$$\frac{k_2}{E} = \frac{1}{C(t_f - t_i)} \ln \left| \frac{\sigma_1 - C\varepsilon_{2i}}{\sigma_1 - C\varepsilon_{2f}} \right| \qquad (12)$$

Desigur că pentru diverse expresii ale frontierelor se găsesc diverse formule pentru găsirea coeficienţilor de vîscozitate. De exemplu, în cazul în care b este număr raţional se poate aproxima k_1/E prin :

$$\frac{k_1}{E} = \frac{1}{\sigma_1}(\varepsilon_{1f} - \varepsilon_{1i}) +$$

$$+ \frac{a}{\sigma_1^2} \frac{1}{b+1} (\varepsilon_{1f}^{b-1} - \varepsilon_{1i}^{b+1}) + \dots$$

unde termenii nescrişi sînt neglijabili.

Pentru experienţa din figura 4, în aproximaţia $a = 110$ GPa şi $b = 2$, se obţin rezultatele din tabelul 1.

Tabelul 1

σ_1, GPa	k_1/E, 1/poise	k_2/E, 1/poise
0,00079	$2,964 \times 10^{-6}$	$-3,658 \times 10^{-7}$
0,00158	$2,840 \times 10^{-6}$	–
0,00236	$1,989 \times 10^{-6}$	–
0,00315	$1,927 \times 10^{-6}$	$-2,602 \times 10^{-6}$
0,00394	$3,074 \times 10^{-6}$	$-1,643 \times 10^{-5}$
0,00473	–	$-2,808 \times 10^{-6}$

Din acest tabel rezultă valorile medii :

$\frac{E}{k_1} = 3,91 \times 10^{13}$ poise, $\frac{E}{k_2} = -1,80 \times 10^{13}$ poise

care, comparate cu valorile coeficienţilor de vîscozitate ai altor roci, sînt în general mici. Semnul „minus" pentru coeficientul E/k_2 indică faptul că deformaţia ε_2 scade în timpul fluajului.

Pornind de la ecuaţia (9), furnizată de experienţă şi folosind pentru deviatorii deformaţiilor şi tensiunilor, notaţiile

$$\varepsilon'_{ij} = \varepsilon_{ij} - \varepsilon\delta_{ij} \text{ şi } \sigma'_{ij} = \sigma_{ij} - \sigma\delta_{ij}$$

unde :

$\varepsilon = (\varepsilon_{11} + \varepsilon_{22} + \varepsilon_{33})/3$, $\sigma = (\sigma_{11} + \sigma_{22} + \sigma_{33})/3$

iar,

$$\delta_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{dacă } i = j \\ 0 & \text{dacă } i \neq j \end{cases}$$

este tensorul lui Kronecker, scriem ecuaţia constitutivă în invarianţi şi componente principale :

$$\dot{\varepsilon}'_1 = \frac{\dot{\sigma}'_1}{2G} + \frac{1}{E}\left\{k_1\left\langle \sigma + \frac{2}{3}\bar{\sigma} - f_1\left(\sigma - \frac{\bar{\sigma}}{3}, \varepsilon + \bar{\varepsilon}\right)\right\rangle - k_2\left\langle \sigma + \frac{2}{3}\bar{\sigma} - f_2\left(\sigma - \frac{\bar{\sigma}}{3}, \varepsilon - \frac{\bar{\varepsilon}}{2}\right)\right\rangle\right\}\frac{\sigma'_1}{\bar{\sigma}} \qquad (13)$$

$$\dot{\varepsilon} = \frac{\dot{\sigma}}{3K} + \frac{1}{3E}\left\{k_1\left\langle \sigma + \frac{2}{3}\bar{\sigma} - f_1\left(\sigma - \frac{\bar{\sigma}}{3}, \varepsilon + \bar{\varepsilon}\right)\right\rangle + 2k_2\left\langle \sigma + \frac{2}{3}\bar{\sigma} - f_2\left(\sigma - \frac{\bar{\sigma}}{3}, \varepsilon - \frac{\bar{\varepsilon}}{2}\right)\right\rangle\right\}$$

unde : $\bar{\sigma} = \sqrt{3}\sqrt{\text{II}_{\sigma'}} = \sqrt{\frac{3}{2}}\sqrt{\sigma'_{ij}\sigma'_{ij}}$ este tensiunea echivalentă $\bar{\varepsilon} = \frac{2}{\sqrt{3}}\sqrt{\text{II}_{\varepsilon'}} = \sqrt{\frac{2}{3}}\sqrt{\varepsilon'_{ij}\varepsilon'_{ij}}$ este deformaţia echivalentă, iar în cazul experienţelor în care $\sigma_2 = \sigma_3$ şi $\sigma_1 \neq 0$

$$\varepsilon_1 = \bar{\varepsilon} + \varepsilon, \quad \varepsilon_2 = \varepsilon - \frac{\bar{\varepsilon}}{2} \qquad (14)$$

$$\sigma_1 = \sigma + \frac{2}{3}\bar{\sigma}, \quad \sigma_2 = \sigma - \frac{\bar{\sigma}}{3}$$

Deoarece în ecuaţia constitutivă (13) intervin două frontiere de stabilizare a fluajului, este cu putinţă ca fluajul volumului să fie oscilant [1 ; 3] în sensul că prin fluaj volumul poate să crească şi apoi să scadă succesiv. În orice caz este de reţinut că la primele încercări (tensiuni relativ mici) volumul betonului de rambleiere scade sensibil (compresibilitate), iar apoi la tensiuni mai mari creşte foarte mult, prin dilatanţă. Acest fenomen va fi descris mai jos.

Pe baza ecuaţiilor de mai sus se poate descrie fluajul uniaxial al betonului de rambleiere. În figura 5 sînt date mai multe curbe de fluaj obţinute pentru diverse tensiuni axiale aplicate. Timpul este dat în zile. Interesant de observat că pentru tensiuni mici timpul de stabilizare prin fluaj este mult mai lung decît timpul de stabilizare pentru tensiuni aplicate mai mari. Stabilizarea la tensiuni mici se obţine după o lună sau chiar două ; la tensiuni mari stabilizarea se obţine după 2—3 săptămini. Această proprietate specifică betonului utilizat la ram-

bleiere nu se regăsește de obicei la alte roci și are o mare importanță practică.

Pentru stări de tensiune nu prea depărtate de cele uniaxiale, domeniul constitutiv în planul $\sigma_1 - \varepsilon_1$ este dat în figura 6. Răspunsul instantaneu este aproximat prin dreapta elastică. Frontiera de stabilizare este de tip (7) și a fost trasată împreună cu datele experimentale. Asimptota care marchează trecerea de la fluajul care se stabilizează la cel secundar și terțiar a fost trasată la $\sigma_1 = 48$ kgf/cm² ($0{,}47 \times 10^{-2}$ GPa). Frontiera de rupere a fost

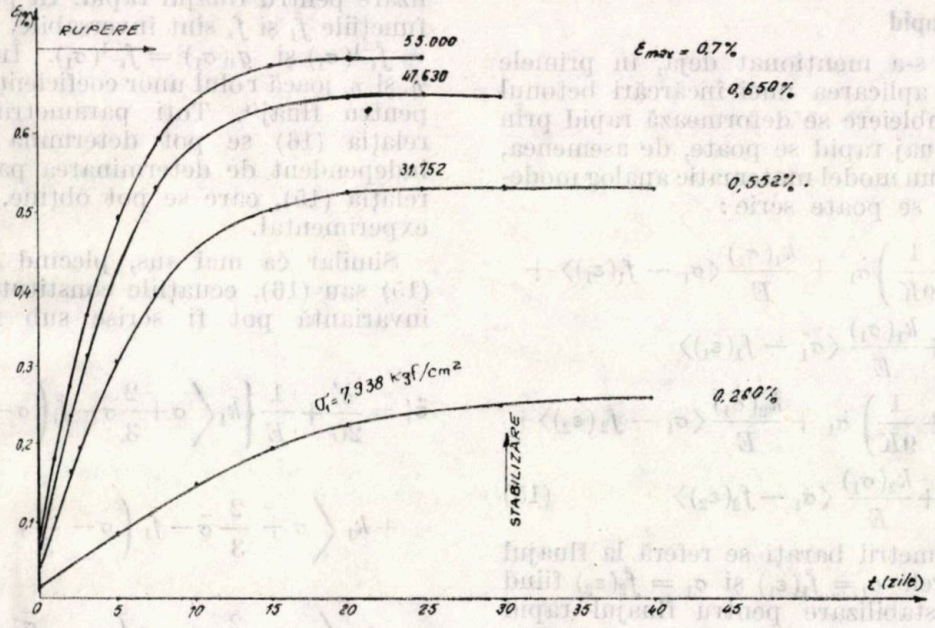


Fig. 5

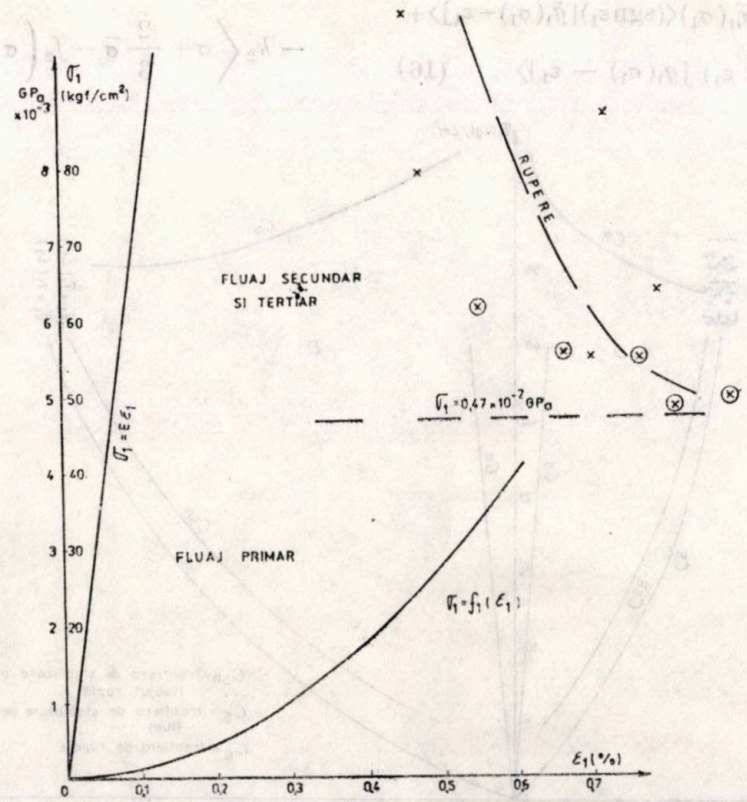


Fig. 6

reprezentată prin cîteva puncte ce au fost obținute experimental. Punctele indicate prin steluțe marchează ruperea după fluaj terțiar, iar cele marcate cu cerculeț sînt obținute în încercări de scurtă durată. Împrăștierea este destul de mare, ca dealtfel valorile tuturor parametrilor ce corespund acestor materiale.

IV. Fluaj rapid

După cum s-a menționat deja, în primele minute de la aplicarea unei încărcări betonul utilizat la rambleiere se deformează rapid prin fluaj. Acest fluaj rapid se poate, de asemenea, descrie printr-un model matematic analog modelului (9) care se poate scrie:

$$\dot{\varepsilon}_1 = \left(\frac{1}{3G}+\frac{1}{9K}\right)\dot{\sigma}_1 + \frac{\bar{k}_1(\sigma_1)}{E}\langle \sigma_1 - \bar{f}_1(\varepsilon_1)\rangle + \frac{k_1(\sigma_1)}{E}\langle \sigma_1 - f_1(\varepsilon_1)\rangle$$

$$\dot{\varepsilon}_2 = \left(-\frac{1}{6G}+\frac{1}{9K}\right)\dot{\sigma}_1 + \frac{\bar{k}_2(\sigma_1)}{E}\langle \sigma_1 - \bar{f}_2(\varepsilon_2)\rangle + \frac{k_2(\sigma_1)}{E}\langle \sigma_1 - f_2(\varepsilon_2)\rangle \qquad (15)$$

Aici toți parametrii barați se referă la fluajul rapid, frontierele $\sigma_1 = \bar{f}_1(\varepsilon_1)$ și $\sigma_1 = \bar{f}_2(\varepsilon_2)$ fiind frontiere de stabilizare pentru fluajul rapid (fig. 7). Uneori este mai avantajos să scriem ecuația constitutivă (15) sub forma:

$$\dot{\varepsilon}_1 = \left(\frac{1}{3G}+\frac{1}{9K}\right)\dot{\sigma}_1 + \bar{\eta}_1(\sigma_1)\langle(\operatorname{sgn}\varepsilon_1)[\bar{g}_1(\sigma_1)-\varepsilon_1]\rangle + \eta_1(\sigma_1)\langle(\operatorname{sgn}\varepsilon_1)\,[g_1(\sigma_1)-\varepsilon_1]\rangle \qquad (16)$$

$$\dot{\varepsilon}_2 = \left(-\frac{1}{6G}+\frac{1}{9K}\right)\dot{\sigma}_1 + \bar{\eta}_2(\sigma_1)\langle(\operatorname{sgn}\varepsilon_2)\,[\bar{g}_2(\sigma_1) - \varepsilon_2]\rangle + \eta_2(\sigma_1)\langle(\operatorname{sgn}\varepsilon_2)[g_2(\sigma_1) - \varepsilon_2]\rangle$$

unde $\varepsilon_i = \bar{g}_i(\sigma_1)$ sînt acum frontierele de stabilizare pentru fluajul rapid. În particular, dacă funcțiile $\bar{f}_i$ și f_i sînt inversabile, atunci $\bar{g}_i(\sigma_1) = \bar{f}_i^{-1}(\sigma_1)$ și $g_i(\sigma_1) = f_i^{-1}(\sigma_1)$. În relația (16) $\bar{\eta}_i$ și η_i joacă rolul unor coeficienți de „întîrziere pentru fluaj". Toți parametrii implicați în relația (16) se pot determina experimental, independent de determinarea parametrilor din relația (15), care se pot obține, de asemenea, experimental.

Similar ca mai sus, plecînd de la relațiile (15) sau (16), ecuațiile constitutive sub formă invariantă pot fi scrise sub forma:

$$\dot{\varepsilon}'_i = \frac{\dot{\sigma}'_i}{2G} + \frac{1}{E}\left\{\bar{k}_1\left\langle \sigma + \frac{2}{3}\bar{\sigma} - \bar{f}_1\left(\sigma - \frac{\bar{\sigma}}{3},\ \varepsilon + \bar{\varepsilon}\right)\right\rangle + k_1\left\langle \sigma + \frac{2}{3}\bar{\sigma} - f_1\left(\sigma - \frac{\bar{\sigma}}{3},\ \varepsilon + \bar{\varepsilon}\right)\right\rangle - \bar{k}_2\left\langle \sigma + \frac{2}{3}\bar{\sigma} - \bar{f}_2\left(\sigma - \frac{\bar{\sigma}}{3},\ \varepsilon - \frac{\bar{\varepsilon}}{2}\right)\right\rangle - k_2\left\langle \sigma + \frac{2}{3}\bar{\sigma} - f_2\left(\sigma - \frac{\bar{\sigma}}{3},\ \varepsilon - \frac{\bar{\varepsilon}}{2}\right)\right\rangle\right\}\frac{\sigma'_i}{\bar{\sigma}}$$

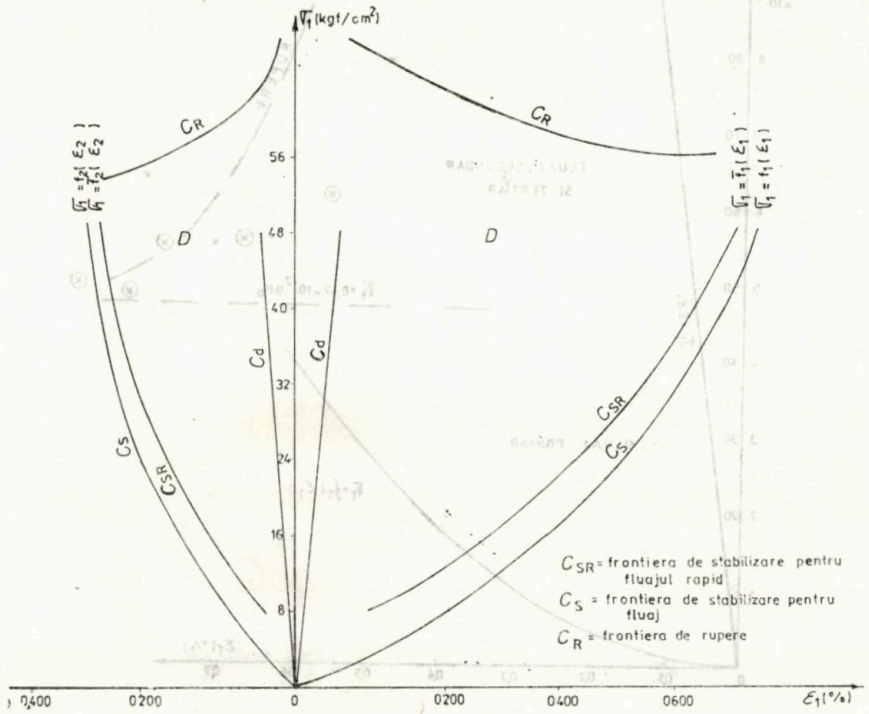


Fig. 7

$$\dot{\varepsilon}=\frac{\dot{\sigma}}{3K}+\frac{1}{3E}\left\{\bar{k}_1\left\langle\sigma+\frac{2}{3}\bar{\sigma}-\bar{f}_1\left(\sigma-\frac{\bar{\sigma}}{3},\ \varepsilon+\bar{\varepsilon}\right)\right\rangle+\right.$$

$$+k_1\left\langle\sigma+\frac{2}{3}\bar{\sigma}-f_1\left(\sigma-\frac{\bar{\sigma}}{3},\ \varepsilon+\bar{\varepsilon}\right)\right\rangle+$$

$$+2\bar{k}_2\left\langle\sigma+\frac{2}{3}\bar{\sigma}-\bar{f}_2\left(\sigma-\frac{\bar{\sigma}}{3},\ \varepsilon-\frac{\bar{\varepsilon}}{2}\right)\right\rangle+$$

$$\left.+2k_2\left\langle\sigma+\frac{2}{3}\bar{\sigma}-f_2\left(\sigma-\frac{\bar{\sigma}}{3},\ \varepsilon-\frac{\bar{\varepsilon}}{2}\right)\right\rangle\right\} \tag{17}$$

și respectiv (folosind relațiile (16)):

$$\dot{\varepsilon}_i'=\frac{\sigma_i'}{2G}+\left\{\bar{\eta}_1\left\langle(\operatorname{sgn}(\varepsilon+\bar{\varepsilon}))\left[\bar{g}_1\left(\sigma+\frac{2}{3}\bar{\sigma},\ \sigma-\right.\right.\right.\right.$$

$$\left.\left.\left.\left.-\frac{\bar{\sigma}}{3}\right)-\varepsilon-\bar{\varepsilon}\right]\right\rangle+$$

$$+\eta_1\left\langle(\operatorname{sgn}(\varepsilon+\bar{\varepsilon}))\left[g_1\left(\sigma+\frac{2}{3}\bar{\sigma},\ \sigma-\frac{\bar{\sigma}}{3}\right)-\varepsilon-\bar{\varepsilon}\right]\right\rangle-$$

$$-\bar{\eta}_2\left\langle\left(\operatorname{sgn}\left(\varepsilon-\frac{\bar{\varepsilon}}{2}\right)\right)\left[\bar{g}_2\left(\sigma+\frac{2}{3}\bar{\sigma},\ \sigma-\right.\right.\right.$$

$$\left.\left.\left.-\frac{\bar{\sigma}}{3}\right)-\varepsilon+\frac{\bar{\varepsilon}}{2}\right]\right\rangle-\eta_2\left\langle\left(\operatorname{sgn}\left(\varepsilon-\frac{\bar{\varepsilon}}{2}\right)\right)\left[g_2\left(\sigma+\right.\right.\right.$$

$$\left.\left.\left.+\frac{2}{3}\bar{\sigma},\ \sigma-\frac{\bar{\sigma}}{3}\right)-\varepsilon+\frac{\bar{\varepsilon}}{2}\right]\right\rangle\Bigg\}\frac{\sigma_i'}{\bar{\sigma}} \tag{18}$$

$$\dot{\varepsilon}=\frac{\dot{\sigma}}{3K}+\bar{\eta}_1\left\langle(\operatorname{sgn}(\varepsilon+\bar{\varepsilon}))\left[\bar{g}_1\left(\sigma+\frac{2}{3}\bar{\sigma},\ \sigma-\right.\right.\right.$$

$$\left.\left.\left.-\frac{\bar{\sigma}}{3}\right)-\varepsilon-\bar{\varepsilon}\right]\right\rangle+\eta_1\left\langle(\operatorname{sgn}(\varepsilon+\bar{\varepsilon}))\left[g_1\left(\sigma+\right.\right.\right.$$

$$\left.\left.\left.+\frac{2}{3}\bar{\sigma},\ \sigma-\frac{\bar{\sigma}}{3}\right)-\varepsilon-\bar{\varepsilon}\right]\right\rangle+$$

$$+2\bar{\eta}_2\left\langle\left(\operatorname{sgn}\left(\varepsilon-\frac{\bar{\varepsilon}}{2}\right)\right)\left[\bar{g}_2\left(\sigma+\frac{2}{3}\bar{\sigma},\ \sigma-\frac{\bar{\sigma}}{3}\right)-\right.\right.$$

$$\left.\left.-\varepsilon+\frac{\bar{\varepsilon}}{2}\right]\right\rangle+2\eta_2\left\langle\left(\operatorname{sgn}\left(\varepsilon-\frac{\bar{\varepsilon}}{2}\right)\right)\left[g\left(\sigma+\right.\right.\right.$$

$$\left.\left.\left.+\frac{2}{3}\bar{\sigma},\ \sigma-\frac{\bar{\sigma}}{3}\right)-\varepsilon+\frac{\bar{\varepsilon}}{2}\right]\right\rangle$$

Aceste ecuații constitutive pot fi utilizate pentru stări de tensiune nu prea depărtate de starea uniaxială.

Forma (16) a ecuației constitutive are avantajul că poate fi scrisă ușor și sub forma integrată. Această integrare se face în două etape: în prima etapă de fluaj rapid (circa 2 min) în ecuația constitutivă sînt dominanți termenii ce conțin coeficienții barați, iar în a doua etapă — ceilalți coeficienți. Vom presupune, în cele ce urmează, că tensiunea aplicată nu depășește o anumită limită și deci că fluajul betonului utilizat la rambleiere se stabilizează (fluaj primar). Atunci, din relația (18) se obține [4]:

$$\varepsilon_i=\begin{cases}[\varepsilon_i^e-\bar{g}_i(\sigma_1)]\exp[-(\operatorname{sgn}\varepsilon_i)\,\bar{\eta}_i(t-t_0)]+\\ \qquad+\bar{g}_i(\sigma_1)\ \text{dacă}\ t\in[t_0,t_0^r]\\ [\varepsilon_i(t_0^r)-g_i(\sigma_1)]\exp([-(\operatorname{sgn}\varepsilon_i)\,\eta_i(t-\\ \qquad-t_0^r)]+g_i(\sigma_1)\ \text{dacă}\ t\in(t_0^r,t]\end{cases} \tag{19}$$

cu $t_0^r-t_0=2$ min.

Pentru acest beton s-a obținut experimental

$$\bar{g}_1(\sigma_1)=\left(\frac{\sigma_1}{172\times10^4}\right)^{1/2{,}05},\qquad \bar{g}_2(\sigma_1)=\frac{-\sigma_1+7{,}5}{20250}$$

$$g_1(\sigma_1)=\left(\frac{1}{55\times10^5}\right)^{1/2{,}3},\qquad g_2(\sigma_1)=\frac{\sigma_1}{22\,200}$$

$$\bar{\eta}_1=10^{-2}\ \text{s}^{-1},\quad \bar{\eta}_2=-2\times10^{-6}\ \text{s}^{-1}$$

$$\eta_1=2\times10^{-6}\,\text{s}^{-1},\quad \eta_2=-2\times10^{-6}\ \text{s}^{-1} \tag{20}$$

tensiunile fiind date în kgf/cm².

O comparație a rezultatelor furnizate de modelul (19) și datele experimentale în cazul fluajului la diverse tensiuni aplicate este făcută în figura 8. Aici sînt date curbele de variație în timp a deformațiilor ε_1 și ε_2; liniile pline corespund datelor experimentale cuprinse în tabelul 2, iar cele punctate corespund modelului (19) (20).

Este interesant de pus în evidență și comportarea volumului în timpul fluajului. Pentru aceasta, utilizînd tot datele din tabelul 2, s-au trasat graficele din figura 9. La tensiuni relativ mici volumul se reduce atît instantaneu (elastic) cît și prin fluaj rapid și lent. La tensiuni moderate 24 kgf/cm² $\leqslant\sigma_1\leqslant$ 32 kgf/cm², instantaneu

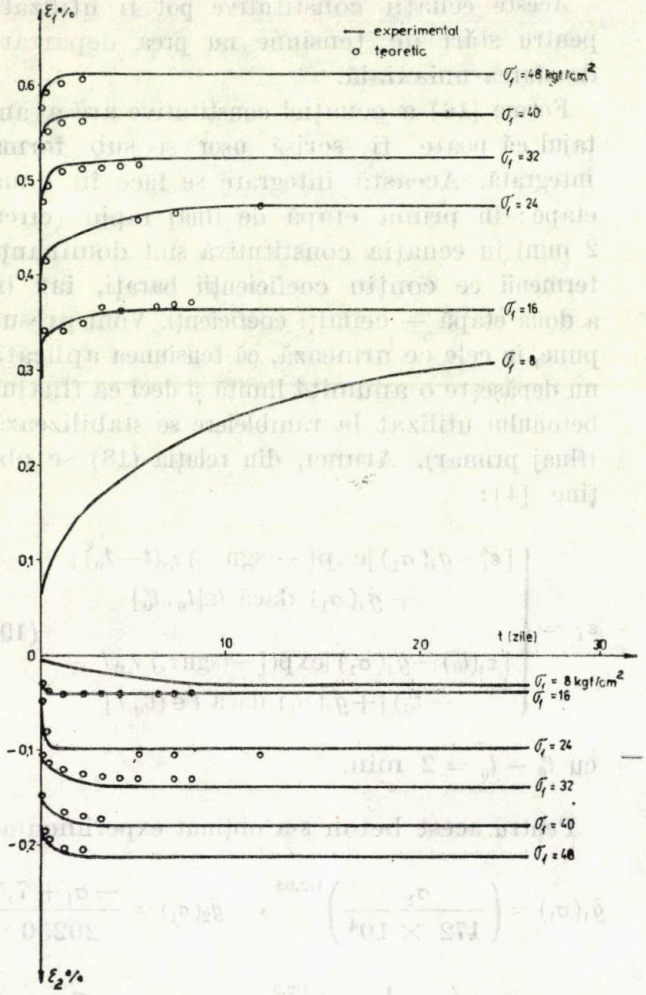


Fig. 8

volumul se reduce, iar în timpul fluajului rapid, care urmează, se produce o dilatanţă şi, în sfîrşit, în timpul fluajului lent are loc din nou o compactare. Acesta este fluajul oscilant al volumului, proprietate pusă în evidenţă şi pentru roci [2]. La tensiuni relativ mari (32 kgf/cm² $\leqslant \sigma_1 \leqslant$ 56 kgf/cm²) răspunsul instantaneu este o compactare dar, atît fluajul rapid, cît şi cel lent produc o dilatanţă. Aceste concluzii sînt de mare importanţă pentru aplicaţii şi pot fi destul de bine descrise cu ecuaţia constitutivă propusă mai sus în care s-a introdus şi „fluajul rapid" pe lîngă cel lent (în sensul obişnuit). Proprietatea de oscilaţie a volumului în timpul fluajului a mai fost descrisă şi prin considerarea unor ecuaţii constitutive elasto-vîsco-plastice cu coeficienţi de vîscozitate variabili, adică prin introducerea unor „legi de evoluţie" pentru aceşti coeficienţi [3; 2]).

Tabelul 2

Timp	ε_1, %, experimental	ε_1, %, teoretic	ε_2, %, experimental	ε_2, %, teoretic	ε_v, %, experimental	ε_v, %, teoretic	σ_1, kgf/cm²
0 s	0,299	0,299	0,033	0,033	0,233	0,233	
120 s	0,335	0,340	0,040	0,039	0,255	0,262	
1 zi	0,353	0,344	0,040	0,040	0,273	0,264	
2 zile	0,355	0,351	0,040	0,040	0,275	0,271	
3 zile	0,358	0,361	0,040	0,040	0,278	0,281	16
4 zile	0,363	0,363	0,040	0,040	0,283	0,283	
6 zile	0,368	0,371	0,040	0,040	0,288	0,291	
7 zile	0,369	0,374	0,040	0,040	0,289	0,294	
8 zile	0,369	0,376	0,040	0,040	0,289	0,296	
0 s	0,379	0,386	0,043	0,043	0,293	0,300	
120 s	0,430	0,414	0,095	0,071	0,250	0,272	
5 zile	0,455	0,451	0,100	0,104	0,255	0,243	24
7 zile	0,459	0,456	0,100	0,105	0,259	0,246	
12 zile	0,464	0,462	0,100	0,106	0,264	0,250	
0 s	0,474	0,472	0,103	0,109	0,269	0,255	
120 s	0,500	0,487	0,120	0,116	0,260	0,256	
1 zi	0,515	0,505	0,120	0,123	0,275	0,259	
2 zile	0,519	0,509	0,120	0,125	0,279	0,259	
3 zile	0,521	0,512	0,130	0,128	0,261	0,256	32
4 zile	0,523	0,515	0,140	0,130	0,243	0,255	
5 zile	0,524	0,517	0,140	0,132	0,244	0,253	
7 zile	0,526	0,520	0,140	0,134	0,246	0,252	
8 zile	0,526	0,522	0,140	0,136	0,246	0,251	
0 s	0,536	0,532	0,143	0,139	0,251	0,256	
120 s	0,555	0,545	0,160	0,156	0,235	0,233	
1 zi	0,568	0,559	0,180	0,163	0,208	0,232	40
2 zile	0,568	0,563	0,180	0,166	0,208	0,231	
3 zile	0,568	0,566	0,180	0,168	0,208	0,230	
0 s	0,578	0,576	0,183	0,171	0,213	0,235	
120 s	0,600	0,593	0,200	0,196	0,200	0,201	48
1 zi	0,613	0,605	0,210	0,203	0,193	0,199	
2 zile	0,613	0,610	0,212	0,205	0,189	0,194	

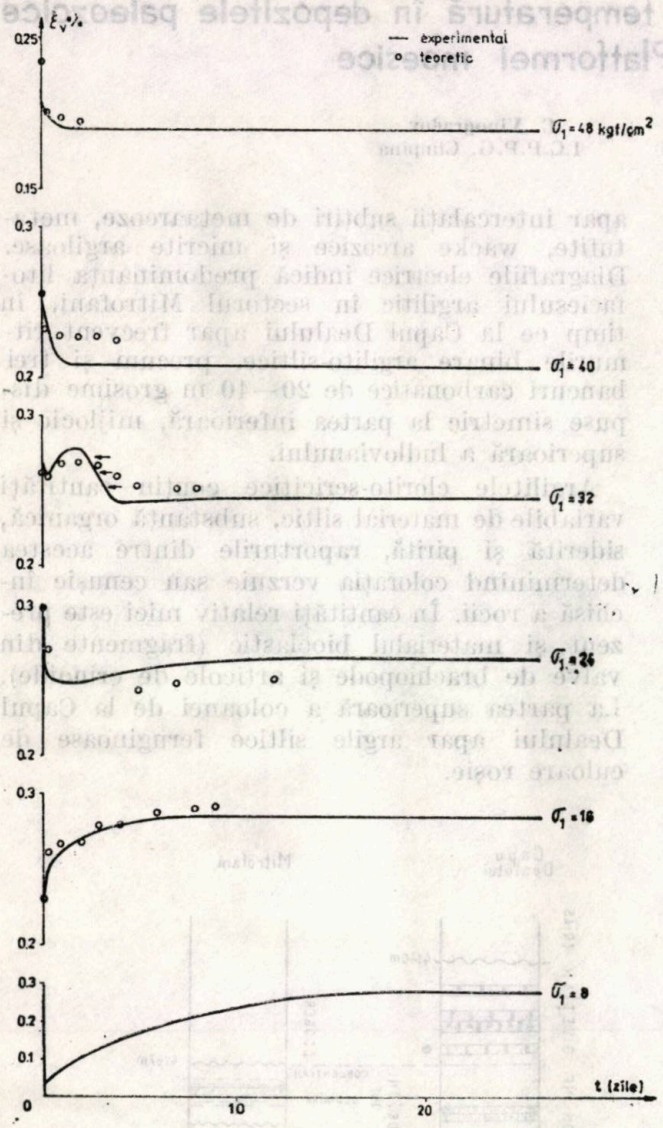


Fig. 9

Concluzii

Rezultatele obținute au confirmat că din experiențe uniaxiale de fluaj pot fi determinate ecuațiile constitutive ale materialelor. Experiențe similare, făcute la solicitări triaxiale, ar permite extinderea ecuațiilor constitutive pentru orice stare de tensiuni.

Ca urmare a încercărilor diagnostic și a experiențelor de fluaj executate au rezultat următoarele:

● Betonul utilizat la rambleiere este un material elasto-vîsco-plastic, cu rezistențe momentane relativ mici, dar acceptabile pentru practică și cu deformații de circa 3 ori mai mari decît cele ale unor roci cu aceleași rezistențe mecanice.

● Prin fluaj, betonul utilizat la rambleiere se deformează în volum. Din analiza curbei de efort-deformație se constată că dacă împărțim intervalul de tensiuni pînă la rupere în trei intervale, tensiunile care corespund primului interval sînt însoțite după deformarea instantanee de o scădere a volumului prin fluaj. În al doilea interval volumul scade instantaneu și apoi oscilează prin fluaj, crescînd mai întîi și apoi scăzînd pînă se stabilizează. În al treilea interval deformarea prin fluaj a volumului se produce numai în sensul dilatanței. Către sfîrșitul acestei perioade deformarea prin dilatanță duce la rupere. Din acest comportament rezultă că o coloană de beton încărcată treptat, la început se va compacta și apoi la tensiuni mai mari își mărește volumul prin dilatanță.

În lucrările de extracție și rambleiere, betonul care se toarnă în stîlpul de susținere dintre două viitoare camere de exploatare preia mai întîi solicitările coloanei de rambleu, care se așază deasupra, compactîndu-se. După extragerea minereului din cele două camere este pus în situația de a prelua și tensiunile datorate greutății coloanei de rambleu și roci din feliile superioare, etapă în care are loc și fenomenul de dilatanță. Sub efectul acestor turnări, betonul se tasează lent, într-un timp care variază de la 20 la 30 zile. Din acest motiv se recomandă ca lucrările de exploatare a feliei inferioare să nu se execute sub un pilier de beton proaspăt turnat ci numai după 2—3 luni.

Comparînd deformațiile pilierilor din andezit cu cele ale stîlpilor din beton se constată că acestea din urmă sînt de 7—8 ori mai mari, dar nu depășesc 1% în cazul betonului din placa de rezistență și 4—5% în cazul betonului de umplutură.

În raport cu mărimea deplasării pe verticală a feliilor superioare în spațiul liber rezultat din imposibilitatea umplerii cu rambleu pînă la tavan a camerelor, deformațiile betonului sînt de 4—5 ori mai reduse, ceea ce înseamnă că betonul poate prelua tensiunile masivului fără pericol de deformare a acestuia.

Bibliografie

[1] Cristescu, N. *Asupra fluajului rocilor.* Mine, Petrol și Gaze, vol. 33, nr. 3, 1982.

[2] Cristescu, N. *Curs de mecanica rocilor.* Universitatea din București, 1981.

[3] Cristescu, N. *Rock Dilatancy in Uniaxial Tests.* Rock Mechanics, 15, p. 133—144, 1982.

[4] Mateescu, M. *Ecuații constitutive pentru fluajul rocilor.* Lucrare de diplomă, Facultatea de matematică, București, 1982.

[5] * * * *Determinarea caracteristicilor de rezistență ale unor probe din roci colectate din zăcămîntul Suior și din betoanele utilizate la rambleiere.* Studiu I.C.I.T.P.L.C.I.M.—Deva, București 1981.

[6] * * * *Cercetări privind comportarea în timp a unor epruvete de beton confecționate din betoanele utilizate la rambleierea excavațiilor de la Suior.* Studiu, Universitatea București, 1982.

Indicii ale metamorfismului de joasă temperatură în depozitele paleozoice din nord—vestul Platformei moesice

M. Şeclăman
Universitatea din Bucureşti

C. Vinogradov
I.C.P.P.G. Cîmpina

I. Generalităţi

Forajele de la Capul Dealului şi Mitrofani, situate în nord-vestul Platformei moesice (fig. 1) în imediata apropiere a liniei pericarpatice, au traversat, între 4 140 m (respectiv 4 267 m) şi 5 575 m (respectiv 5 000 m), depozite paleozoice atribuite silurianului şi devonianului inferior şi mediu.

Cele mai noi date [6] referitoare la stratigrafia şi petrografia acestor depozite aparţin lui N. Dăneţ, M. Popescu, A. Roza. Pe baza acestor date, I. Pătruţ propune o interpretare stratigrafică a diagrafiilor electrice pe care o preluăm în lucrarea noastră (fig. 2). Cercetătorii mai sus citaţi încadrează depozitele paleozoice de la Capul Dealului şi Mitrofani în grupul detritic inferior (cambrian? — eifelian) şi în partea bazală a grupului carbonatat (giveţian-dinanţian).

Dacă adoptăm schema de clasificare litostratigrafică a paleozoicului din Platforma moesică [5], aceleaşi depozite pot fi încadrate în formaţiunea de Ţăndărei (ordovician-sfîrşitul eodevonianului, posibil şi eifelianul) şi în partea bazală a formaţiunii de Călăraşi (giveţian-visean inclusiv).

II. Observaţii lito-stratigrafice

Ordovicianul inferior şi silurianul inferior (fig. 2) sînt testate doar prin trei carote alcătuite din argilite clorito-sericitice siltice cu lentile şi cuiburi de siderit şi pirită, siltite cu matrice clorito-sericitică şi siltite cu ciment calcitic prezentînd fenomene de blasteză.

Litofaciesul silurianului superior (ludlovian) este în principal argilito-siltic. La diverse nivele apar intercalaţii subţiri de metaarcoze, metatufite, wacke arcozice şi micrite argiloase. Diagrafiile electrice indică predominanţa litofaciesului argilitic în sectorul Mitrofani, în timp ce la Capul Dealului apar frecvent ritmurile binare argilito-siltice, precum şi trei bancuri carbonatice de 20—40 m grosime dispuse simetric la partea inferioară, mijlocie şi superioară a ludlovianului.

Argilitele clorito-sericitice conţin cantităţi variabile de material siltic, substanţă organică, siderită şi pirită, raporturile dintre acestea determinînd coloraţia verzuie sau cenuşie închisă a rocii. În cantităţi relativ mici este prezent şi materialul bioclastic (fragmente din valve de brachiopode şi articole de crinoide). La partea superioară a coloanei de la Capul Dealului apar argile siltice feruginoase de culoare roşie.

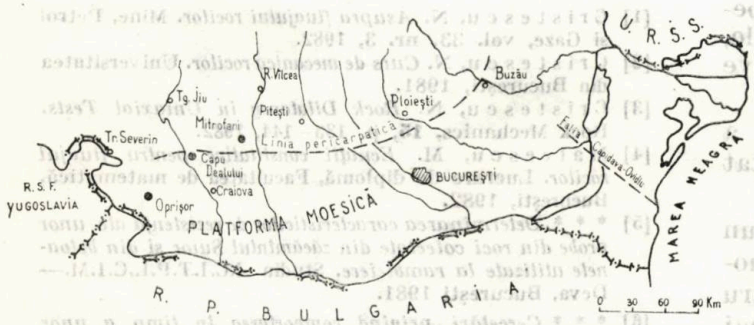


Fig. 1. Amplasarea forajelor de la Capul Dealului, Mitrofani şi Oprişor în cadrul Platformei moesice.

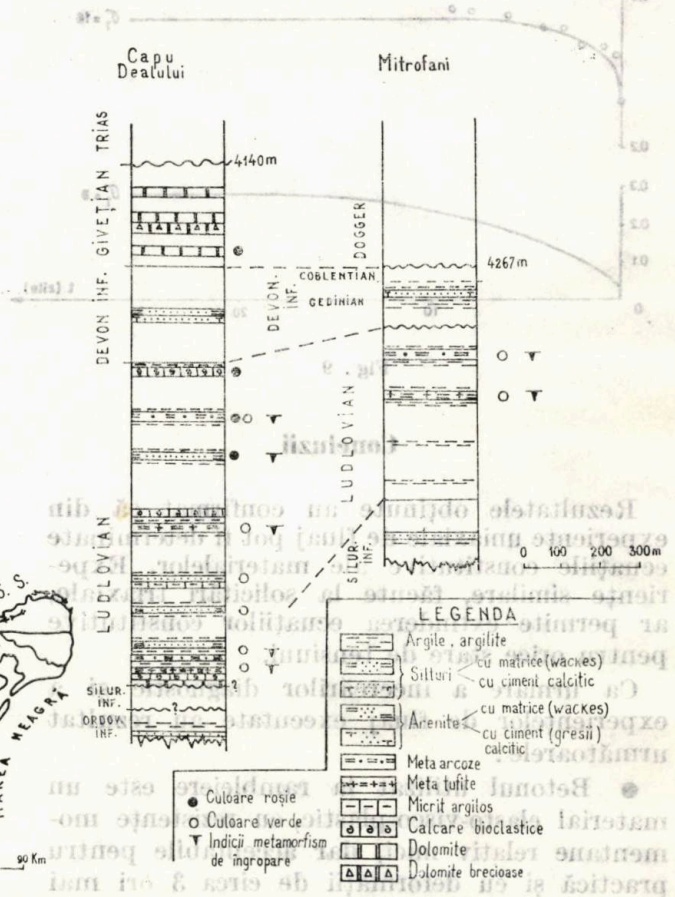


Fig. 2. Coloane stratigrafice în depozitele paleozoice pe baza datelor din foraje (după Pătruţ, I. ş.a., 1980, cu completări).

Siltitele cuarțo-feldspatice, cu matrice cloritică, constituie intercalații subțiri sau alternează în secvențe milimetrice cu argilite cloritosericitice (laminite). Calcsiltitele au fost întîlnite sporadic.

Metaarcozele și metatufitele prezintă o parageneză caracteristică: albit, clorit, calcit, ceea ce denotă proveniența dintr-un material tufogen afectat ulterior de metamorfismul de îngropare.

Bancul carbonatic inferior de la Capul Dealului este constituit din biosparite (în care bioclastele sînt parțial piritizate), calcare dolomitice și sideritice cu rare bioclaste. Bancul carbonitic superior este constituit din biocalcarenite (cu articole de crinoide, plăci de echinide, fragmente din valve de brachiopode și de briozoare, impregnate cu oxizi de fier) cu enclave de argile feruginoase fosilifere.

Devonianul inferior de la Mitrofani este constituit, predominant, din argile siltice, în timp ce la Capul Dealului argilele alternează cu nivele de siltite grosiere și cu gresii fine cu ciment calcitic.

Giveţianul în facies carbonatic apare conservat doar la Capul Dealului, pe o grosime de 250 m, fiind reprezentat prin dolomite fin cristaline cu infiltrații de oxizi de fier pe fisuri și prin brecii dolomitice (dolorudite).

III. Caracteristicile paragenezelor metamorfice

La Capul Dealului, asociațiile minerale rezultate prin blasteză metamorfică sînt întîlnite la patru nivele, primul apărînd la adîncimea de aproximativ 4 800 m, iar ultimul, la aproximativ 5 410 m. Între aceste nivele se găsesc roci sedimentare care nu prezintă un metamorfism vizibil. Paragenezele metamorfice sînt reprezentate prin asociația: albit + clorit + + calcit ± dolomit ± sericit. Cuarțul este totdeauna prezent în cantități mici, aparținînd la două generații: unul de neoformație a supracrescut pe un cuarț mai vechi, epiclastic.

Albitul apare relativ frecvent cu calcitul în concreșteri grosiere, pseudomorfoze după un plagioclaz mai vechi. Se remarcă însă și idioblaste relativ proaspete de albit, mai ales în ambianța cloritoasă, dînd impresia falsă a unei structuri ofitice relicte.

Cloritul apare, fie pseudomorf după un biotit mai vechi, fie în cuiburi cu structuri radiare, fie ca agregat microcristalin în spațiile intergranulare. Constantele optice, (+) 2 V mic și Nm ≃ 1,57 — 1,59, arată că este un clorit sărac în Fe (ortoclorit) cu circa 30—40 % amesit.

Mineralele de neoformație prezentate mai sus coexistă cu cîteva minerale relicte, care apar în cantități mult mai reduse: cuarț epiclastic, biotit, minerale opace (probabil și substanțe cărbunoase), substanțe semitransparente brune (probabil chitinoase) și aragonit, aceasta din urmă fiind prezent numai în cochiliile unor brachiopode (adîncimea 5 060 m).

IV. Discuții

Din punct de vedere calitativ, parageneza metamorfică întîlnită în stiva de roci sedimentare paleozoice este identică cu cea pe care o întîlnim în numeroase șisturi verzi cloritocalcitice din cristalinul Carpaților. Ceea ce impresionează însă cel mai mult este faptul că pachetele de roci cu asociații tipice de șisturi verzi alternează cu pachete de roci sedimentare argiloase și arenacee, care nu par să fie metamorfozate. Cercetarea argilelor prin difracție în raze X, întreprinse de noi pînă acum, par să nu confirme blasteza sericitului fengitic și nici a pirofilitului sau cloritului în aceste stive de roci. De aceea, trebuie să admitem că în această stivă de roci sedimentare avem de-a face cu un fenomen de m e t a m o r f i s m s e l e c t i v, controlat în mod cert de litologia primară a sedimentelor. Judecînd după relictele și după natura mineralelor de neoformație, rocile sensibile la blasteză metamorfică au avut în constituția lor plagioclaz și biotit (eventual piroxen sau hornblendă). Reacțiile cele mai probabile par să fi fost de tipul:

— biotit + plagioclaz + CO_2 + H_2O → → clorit + albit + calcit + sericit + cuarț ± ± opace;

— piroxen + plagioclaz + CO_2 + H_2O → → clorit + albit + calcit + cuarț ± opace;

Fragmentele de sticlă vulcanică, posibile în roca inițială dar nedemonstrate încă, ar fi putut, de asemenea, interveni în reacții sub forma:

— sticlă vulcanică + H_2O + CO_2 → clorit + + calcit + albit ± opace

— sticlă vulcanică → clorit + albit ± opace

În ciuda unei oarecare nesiguranțe cu privire la termenii inițiali ai reacției, se pot totuși exprima două certitudini:

1 — termenii inițiali fac parte din constituienții recunoscuți ca metastabili ai rocilor sedimentare;

2 — reacțiile au avut caracter de hidratare și carbonatare, fiind sigur exoterme. Din acest punct de vedere ele se aseamănă cu reacțiile retromorfe și nu cu reacțiile obișnuite ale metamorfismului progresiv.

Un eventual metamorfism al rocilor argiloase ar fi trebuit să fie întreținut de reacții progresive, de deshidratare, cu efecte calorice endoterme. Deoarece un astfel de proces nu a avut loc, tragem concluzia că în coloana de sedimente metamorfismul s-a produs numai în pachetele de roci care au asigurat reacții exoterme.

Problema principală care se pune este dacă blasteza minerală pe care o semnalăm în coloana de roci aparține domeniului diagenetic

sau metamorfismului. Avînd în vedere că limita diageneză-metamorfism poate fi discutată din mai multe puncte de vedere [8], este necesar să estimăm mai întîi cadrul fizic al proceselor. În primul rînd subliniem natura statică a blastezei minerale, în absența unei deformări plastice și rupturale vizibile la microscop. De aceea, în afara presiunii litostatice, probabil nu a existat o suprapresiune determinată de stressuri tectonice cît de cît importante. Astfel, la adîncimile de 4 800—5 400 m, presiunile actuale (probabil și cele maxime) trebuie să fie în jur de 1,6—1,8 kbari. Cît privește temperatura actuală, corespunzătoare acestei adîncimi, probabil că este undeva între 120 și 160°C. Desigur, ne putem întreba dacă nu cumva, în trecutul geologic, temperaturile au fost mai mari.

Aici însă trebuie să luăm neapărat în considerație conservarea aragonitului ca mineral relict din paleozoic și pînă azi. Majoritatea autorilor (fig. 3) sînt de acord că la temperaturi cuprinse între 100 și 200°C, aragonitul

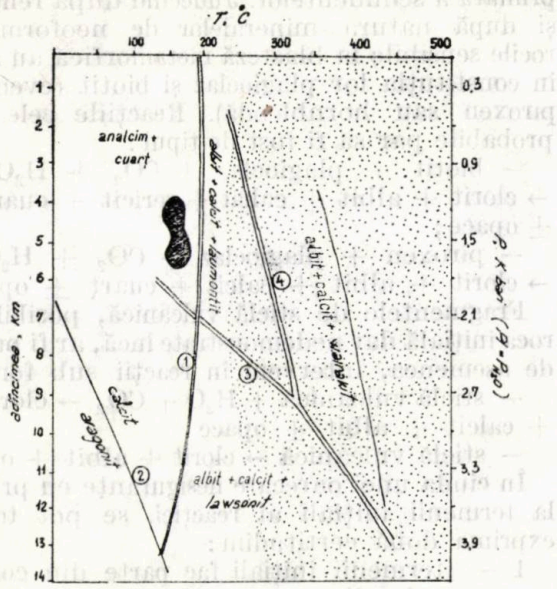


Fig. 3. Condițiile fizice ale metamorfismului de joasă temperatură în depozitele paleozoice din Platforma moesică (spațiul hașurat). Curbele de echilibru ale asociațiilor minerale trasate după :

1 — Thompson (1971); *2* — Johannes și Puhan (1971); *3* și *4* — Lion (1970).

este stabil abia la presiuni care depășesc 3 kbari [1]. Acceptînd deci că la $P < 2$ kbari aragonitul este metastabil, conservarea lui un timp geologic atît de mare este incompatibilă cu temperaturi care depășesc 250°C, căci la temperaturi >250°C aragonitul trece în calcit (forma stabilă) în decursul a cîtorva zeci de mii de ani. De aceea temperatura maximă atinsă de stiva de sedimente ale platformei la adîncimile de 5 500 m probabil n-au depășit nici o dată, în decursul timpului geologic, valoarea de 200°C.

Potrivit cercetărilor experimentale întreprinse [3], asociația minerală albit + clorit + + epidot + cuarț, specifică șisturilor verzi epidotice, are ca limită inferioară de stabilitate temperatura de 220 ± 50°C, la 1—6 kbari. Este un fapt recunoscut aproape unanim că asociațiile albit-epidotice sînt de temperatură ceva mai mare decît cele albit-calcitice. De aceea putem presupune că, la temperaturi sub 220°C pînă la cel puțin 160°C, asociația albit + clorit + calcit este încă în domeniul său termic de stabilitate, la presiuni de circa 1,5—2 kbari.

Dacă admitem temperatura ca element decisiv al distincției între diageneză și metamorfism și considerînd limita termică dintre cele două procese undeva între 200—250°C [8], ar însemna că procesele de blasteză pe care le remarcăm intră în domeniul diagenezei. Totuși, asociația minerală albit-cloritică, rezultată prin blasteză, este tipic metamorfică și deci roca corespunzătoare trebuie încadrată în categoria rocilor metamorfice.

Concluzii

1. În Platforma moesică prin reacții de blasteză, în condiții statice la adîncimi cuprinse între 4 800 și 5 500 m, s-au format roci metamorfice neșistoase, cu parageneze tipice pentru șisturile verzi. Posibil ca în alte sectoare ale Platformei moesice reacțiile de blasteză în depozitele paleozoice (tot de vîrstă ludloviană) să aibă loc la adîncimi și mai mici. Un exemplu îl constituie forajul de la Oprișor, unde fenomene asemănătoare cu cele descrise mai sus se constată între 4 150 și 4 200 m adîncime.

2. Metamorfismul a fost selectiv, afectînd doar nivelele litologice alcătuite din asociații minerale puternic instabile, capabile să declanșeze reacții exoterme. Nivelele argiloase, formate din minerale stabile în condițiile sedimentare, n-au fost afectate în mod vizibil de reacții metamorfice.

3. Temperatura la care s-a desfășurat acest metamorfism selectiv este apreciată la circa 150—200°C, fiind la limita inferioară a metamorfismului presupusă pînă în prezent ca posibilă [4]. Din acest motiv, metamorfismul remarcat în stiva de sedimente a platformei moesice poate fi considerat nu numai static, dar și un metamorfism „la rece".

4. În ultimă instanță factorul geologic care a favorizat cadrul fizic al reacțiilor metamorfice este îngroparea și afundarea treptată a sedimentelor care a avut loc de la triasic încoace. De aceea, din punctul de vedere al condițiilor geologice, metamorfismul selectiv pe care-l remarcăm este „de îngropare".

5. Întrucît studiul parageneze lor minerale oferă posibilitatea determinării pe cale indirectă a temperaturii și presiunii maxime la

care au fost supuse sedimentele în decursul timpului geologic rezultă implicit și unele aplicații practice în geologia petrolului (ca o metodă subsidiară studiilor moderne de metamorfism ale substanței organice).

Notă. Cercetări efectuate după predarea prezentului articol la redacție au permis indetificarea orizontului cu metatufite și în ludlovianul din forajul 55 Chilia în intervalul 2810—3202 m. Prezența în acest foraj a lapililor și fragmentelor de vulcanite denotă poziția proximală a acestui sector față de centrul de erupție în timp ce sectorul Capul Dealului—Mitrofani are o poziție distală.

Bibliografie

[1] Johannes, W., Puhan, D. *On calcite — aragonite stability.* Contr. Mineral. Petrol., 31, 1971, p. 28—38.

[2] Lion, J. G. *P. T. stabilites of laumontite, wairakite, lawsonite, and related minerals in the system $CaAl_2Si_2O_8$—SiO_2—H_2O.* Jour. of Petrol., 12, 1970, 379—411.

[3] Lion, J. G., Ito, K., Kuniyoshi, S. *Experimental studies of the phase relations between greenschist and amphibolite in a basaltic system.* Abs. Geol. Soc. Meeting, 1971, 634—635.

[4] Miyashiro, A. *Metamorphism and metamorphic belts.* London, George Allen Co. Uniwin Ltd., 1973.

[5] Paraschiv, D. *Principalele unități litostratigrafice din preneojurasicul Platformei moesice.* Mine, Petrol și Gaze, 33, 1982, nr. 3, 134—136.

[6] Pătruț, I. și a. *Doggerul, triasicul și paleozoicul de pe marginea de nord a Platformei moesice între valea Jiului și valea Argeșului.* Tema 445, 1980, Arh. ICPPG, București.

[7] Thompson, A. B. *Analcite — albite equilibria at low temperatures* A.J. Sci. 271, 1971, 79—92.

[8] Winkler, H. *Petrogenesis of metamorphic rocks.* 1976

Echilibrul presiunilor la operațiile de manevră în găuri de sondă cu diametre mari

Conf. dr. ing. **G. Iordache**
Institutul de petrol și gaze Ploiești

Este mai mult ca sigur că datorită raportului mare dintre diametrul D și grosimea de perete t a burlanelor, precum și valorii mari a spațiului inelar, regimul de curgere ascendentă a lichidului dezlocuit la introducere este laminar.

Condiția de echilibru gaură de sondă-strat trebuie scrisă pentru cazul cel mai sever posibil, care apare fie la manevra de introducere a coloanei, fie la cimentarea acesteia, fie la circulația lichidului prin spațiul inelar, dar în orice caz nu în stare statică așa cum se obișnuiește în prezent. Pentru stabilirea metodicii de lucru sînt necesare cîteva considerații care au scopul de a fundamenta problema evaluării presiunii formațiunilor traversate prin foraj.

Înaintea deschiderii unei formațiuni, în ansamblul format de roci și fluidele conținute de aceasta, există, în stare naturală, două presiuni:

- litostatică, $p_l = \gamma_r H$, în care greutatea specifică medie a rocii γ_r are valori medii de 2,3 daN/dm³; dar sînt semnalate situații cînd media poate depăși 2,75 daN/dm³;
- presiunea fluidelor din porii rocilor care, pentru adîncimi relativ mici (pînă la 20 m), se poate lua cu valoarea $p_f = \gamma_s H$ în care γ_s reprezintă greutatea specifică a apei sărate (1,07 daN/dm³).

Pe măsura creșterii valorii H și faptului că rocile sedimentare s-au tasat și compactat, este posibil ca în realitate fluidele din porii rocii să se afle la o presiune $p'_f = p_f + \Delta p_l$, în care Δp_l reprezintă valoarea presiunii litostatice preluată de fluidul din porii rocii; dacă suma $p_f + \Delta p_l = p_l$, anomalia de presiune este maximă. Este posibil însă ca $\Delta p_l = 0$ și în acest caz se consideră că presiunea este normală; din acest moment, analiza fenomenului de echilibru strat-sondă se face pe mai multe căi și, din păcate, majoritatea nu converg către concluzia corectă.

Soluția cea mai simplă pentru rezolvare ar presupune cunoașterea, cu exactitate, a valorii Δp_l și, în acest caz, la deschiderea formațiunii, în stare de repaus a fluidului din sondă, trebuie ca presiunea coloanei hidrostatice de lichid

$$p_h > p_f + \Delta p_l, \tag{1}$$

$$\frac{p_h}{H} > \frac{p_f}{H} + \frac{\Delta p_l}{H}; \tag{2}$$

condițiile (1) și (2) presupun păstrarea în echilibru a fluidelor din formațiunile traversate; aceste condiții însă sînt necesare dar nu și suficiente. În mod obișnuit, ultima inegalitate se mai scrie sub forma

$$\gamma H = \gamma_s H + \Delta p_l + \Delta p_s, \tag{3}$$

în care Δp_s reprezintă presiunea de siguranță aleasă astfel încît să se asigure menținerea în respect a stratelor (de regulă 15...30 daN/cm²). Trebuie precizat că în cazurile în care, după măsurători, rezultă $\Delta p_l = 0$, relația

$$\gamma H = \gamma_s H + \Delta p_s, \tag{4}$$

nu mai satisface condiția de echilibru mai ales în cazul stratelor cu presiuni mici, poroase și permeabile pentru care, în unele cazuri, este

necesar să se plece de la relaţia

$$\gamma H = \gamma_s H, \tag{5}$$

sau chiar

$$\gamma H = \gamma_s H - \Delta p, \tag{6}$$

în care Δp reprezintă anomalia negativă de presiune.

Completarea relaţiilor (3)...(6) trebuie făcută cu componenta dinamică p_{hd} ce provine din circulaţia fluidului de foraj (dezlocuit ascendent — la manevra de introducere; refulat ascendent — la circulaţia directă; scurs descendent — la manevra ascendentă; refulat descendent — la circulaţia inversă) —în aceste condiţii,

$$\gamma H \pm p_{hd} = \gamma_s H + \Delta p_l + \Delta p_s, \tag{7}$$

$$\gamma H \pm p_{hd} = \gamma_s H + \Delta p_s, \tag{8}$$

$$\gamma H \pm p_{hd} = \gamma_s H, \tag{9}$$

$$\gamma H \pm p_{hd} = \gamma_s H - \Delta p, \tag{10}$$

relaţii din care se determină γ — greutatea specifică a fluidului din sondă (cel cu care se va lucra), iar semnul se alege în funcţie de existenţa suprapresiunii (plus) sau depresiunii (minus). Este deci necesară schimbarea conceptului de pînă acum conform căruia, cunoscînd gradientul presiunii de fisurare Γ_f şi gradientul presiunii fluidelor din porii formaţiunii Γ_p, situată la o distanţă H de suprafaţă, condiţia de echilibru se scrie sub forma

$$\Gamma_f > \Gamma_n > \Gamma_p, \tag{11}$$

în care Γ_n reprezintă gradientul de presiune (daN/cm²)/m al coloanei hidrostatice de fluid din sondă; în noile condiţii, este obligatorie reprezentarea sumei

$$\gamma H \pm p_{hd} = \Gamma_d H, \tag{12}$$

în care Γ_d reprezintă gradientul de presiune a fluidului din sondă în stare dinamică, putînd apărea în dreapta, stînga sau chiar pe curba de variaţie a gradientului Γ_n (liniile punctate din figura 1). În anumite condiţii (mai ales la introducerea materialului tubular obturat cu viteze mari), valoarea p_{hd} este şi ea mare, astfel încît $\Gamma_d > \Gamma_f$, iar consecinţele se cunosc; în cazul sapelor manşonate, la manevra ascendentă semnul din faţa valorii p_{hd} trebuie să fie minus şi apare riscul surpării pereţilor sau manifestării unor strate care, în condiţii normale, nu ridică probleme deosebite.

Pentru calculul presiunilor hidrodinamice p_{hd} se folosesc relaţiile convenţionale pentru regim laminar (aşa cum s-a mai specificat, la valorile mari ale ariilor secţiunilor transversale pentru spaţiile inelare ale coloanelor este greu de presupus apariţia turbulenţei; se aşteaptă curgerea în regim turbulent în timpul forajului, la evacuarea detritusului prin interiorul garniturii de foraj în circulaţie inversă).

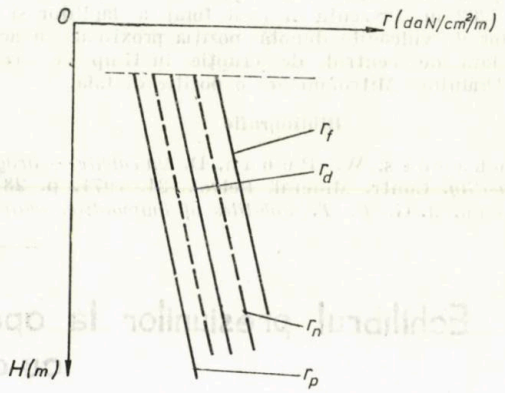


Fig. 1

În cazul manevrei coloanei într-un lichid care face structură, presiunea hidrodinamică

$$p_{hd} = p_{\eta_p} + p_{\tau_0},$$

în care

$$p_{\eta_p} = \frac{32\,\eta_p L V_m}{(D_s - D)^2}, \quad p_{\tau_0} = \frac{4L\tau_0}{D_s - D},$$

respectiv,

$$p_{hd} = \frac{4L}{(D_s - D)}\left(\frac{8\,\eta_p\, v_m}{D_s - D} + \tau_0\right), \tag{13}$$

în care:

$$v_m = \left(\frac{D^2}{D_s^2 - D^2} + \frac{1}{2}\right) v_t \text{ sau}$$

$$v_m = \left(\frac{D^2 - d^2}{D_s^2 - D^2 + d^2} + \frac{1}{2}\right) v_t;$$

η_p, τ_0 reprezintă viscozitatea plastică respectiv tensiunea dinamică de forfecare a fluidului de foraj.

Dacă se înlocuieşte valoarea v_m în grupul de relaţii (7)...(10), acceptînd $L = H$ şi făcînd notaţiile

$$S_1 = \frac{32\,\eta_p}{(D_s - D)^2}\left(\frac{D^2}{D_s^2 - D^2} + \frac{1}{2}\right),$$

$$S_2 = \frac{4\tau_0}{D_s - D},$$

$$S_3 = \frac{32\,\eta_p}{(D_s - D)^2}\left(\frac{D^2 - d^2}{D_s^2 - D^2 + d^2} + \frac{1}{2}\right),$$

atunci

$$\begin{aligned}
&\gamma H \pm (S_1 H v_t + S_2 H) = \gamma_s H + \Delta p_l + \Delta p_s,\\
&\gamma H + (S_1 H v_t + S_2 H) = \gamma_s H + \Delta p_s,\\
&\gamma H + (S_1 H v_t + S_2 H) = \gamma_s H,\\
&\gamma H \pm (S_1 H v_t + S_2 H) = \gamma_s H - \Delta p,
\end{aligned} \tag{14}$$

respectiv,

$$\begin{aligned}
&\gamma H \pm (S_3 H v_t + S_2 H) = \gamma_s H + \Delta p_t + \Delta p_s,\\
&\gamma H \pm (S_3 H v_t + S_2 H) = \gamma_s H + \Delta p_s,\\
&\gamma H \pm (S_3 H v_t + S_2 H) = \gamma_s H,\\
&\gamma H \pm (S_3 H v_i + S_2 H) = \gamma_s H - \Delta p.
\end{aligned} \tag{15}$$

Sistemele (14) şi (15) — pentru coloane obturate, respectiv libere, se folosesc pentru determinarea greutăţii specifice a fluidului de foraj γ care asigură echilibrul strat-sondă la o viteză de manevră v_t impusă (minimă) sau pentru stabilirea vitezei admisibile de manevră a materialului tubular în presupunerea că valoarea greutăţii specifice se ia cu suficientă exactitate din rezultatele altor sonde forate pe structură.

Datorită inerţiei sistemului, transpusă de fapt prin inerţia coloanei de lichid a cărei acceleraţie a_t (sau decelerație) se pot calcula sau măsura prin înregistrarea variaţiei vitezei în timp, în cazul tuburilor obturate mai trebuie adăugată presiunea suplimentară

$$p_a = \frac{H\gamma a_t}{g}\left(\frac{D^2}{D_s^2 - D^2}\right), \tag{16}$$

iar în cazul celor libere,

$$p_{a_l} = \frac{H\gamma a_t}{g}\left(\frac{D^2 - d^2}{D_s^2 - D^2 + d^2}\right), \tag{17}$$

în care acceleraţia tuburilor $a_t = v_t : t$; cu notaţiile

$$S_4 = \frac{\gamma D^2}{gt(D_s^2 - D^2)},$$

respectiv

$$S_5 = \frac{\gamma}{gt}\left(\frac{D^2 - d^2}{D_s^2 - D^2 + d^2}\right),$$

grupurile de relaţii (14) şi (15) se modifică în mod corespunzător adică se vor adăuga în parantezele din stînga componentele

$$p_a = S_4 H v_t, \text{ respectiv } p_{al} = S_5 H v_t. \tag{18}$$

(Articolul a fost predat la redacţie la 1 oct. 1982)

Bibliografie

[1] Iordache, G. *Consolidarea şi izolarea straturilor la sondele cu adîncimi mari.* I.P.G. Ploieşti, 1976.

[2] Iordache, G. *Manevra materialului tubular la sondele cu diametre mari.* Mine, Petrol şi Gaze, nr. 11, 1982.

Cercetarea mişcării de rigid a sistemului IS—MT—S în timpul proceselor de manevră

Dr. ing. **N. Calotă**
Institutul de petrol şi gaze Ploieşti

I. Introducere

Procesele de manevră, fiind o componentă importantă a tehnologiei de realizare şi exploatare a unei sonde, deşi sînt strict necesare, nu sînt direct productive. Se impune deci desfăşurarea lor într-un timp cît mai scurt. În această variantă însă, posibilitatea apariţiei accidentelor de foraj, cu consecinţele cunoscute, este mult mai mare.

În vederea evitării acestor accidente (ruperi sau turtiri ale materialului tubular, fisurări ale pereţilor sondelor etc.), este necesară conducerea optimală a proceselor de manevră. Pentru aceasta se impune cunoaşterea funcţiilor ce descriu stările de mişcare şi eforturi în elementele sistemului instalaţie de suprafaţă — material tubular — sondă (IS-MT-S) pe parcursul proceselor de manevră.

În lucrare ne propunem ca, prin cercetarea dinamicii sistemului IS—MT—S, să determinăm parametrii mişcării şi stările de eforturi care, ulterior, prin compararea cu mărimi omoloage impuse, permit conducerea optimală a proceselor de manevră.

Aproximaţia importantă, acceptată în cele ce urmează, este aceea a neglijării elasticităţii sistemului IS—MT—S, efectuîndu-se deci numai cercetarea mişcării de rigid.

În scopul construirii modelului mecanic echivalent sistemului IS—MT—S şi a determinării modelului matematic al mişcării, iniţial vom examina, succesiv, elementele instalaţiei de suprafaţă, materialului tubular şi sondei, apoi,

ulterior, întregul ansamblu, în aproximația legăturilor axial nedeformabile.

II. Instalația de suprafață

În această aproximație se presupune că elementele modelului mecanic nu se deformează în timpul mișcării, acceptîndu-se însă posibilitatea înfășurării cablului, atît pe rolele macaralei și geamblacului, cît și pe toba de manevră.

Modelul mecanic obținut, în această aproximație, este prezentat în figura 1 *a* (pentru cazul particular al introducerii).

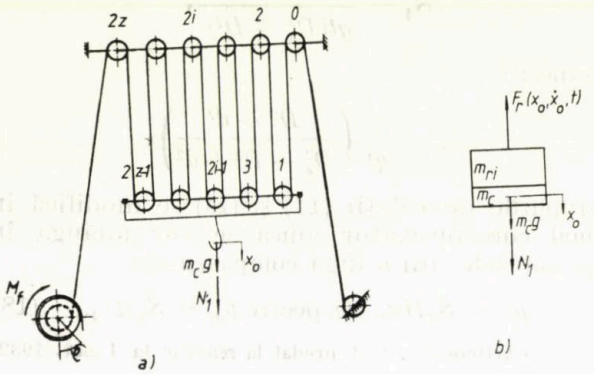


Fig. 1

Deoarece scrierea ecuațiilor de mișcare pentru fiecare element în parte (tobă, ramuri ale cablului, role), deși facilă, este incomodă în calcule, se recomandă construirea unui model mecanic redus. Posibilitatea construirii modelului redus este asigurată de aproximația legăturilor rigide [1]. Singura caracteristică a modelului va fi masa acestuia.

Punctul de reducere a masei este util a fi ales în capătul superior al materialului tubular (în zona cîrligului de foraj). Criteriul de reducere va fi cel al echivalenței energiei cinetice [1].

Masa modelului mecanic redus m_1 va fi (fig. 1*b*):

$$m_1 = m_c + m_{ri}, \tag{1}$$

în care:

m_c este masa ansamblului macara-cîrlig;

m_{ri} — masa redusă la cîrlig a celorlalte elemente ale instalației de suprafață.

La rîndul ei,

$$m_{ri} = m_{rr} + m_{tr} + m_{cr} + m_{ct}, \tag{2}$$

în care:

m_{rr} — masa redusă a rolelor în mișcare de rotație;

m_{tr} — masa redusă a elementelor fixate pe arborele tobei, în rotație;

m_{cr} — masa redusă a cablului aflat în mișcare de rotație (cablul înfășurat pe toba de manevră);

m_{ct} — masa redusă a cablului în mișcare de translație (ramurile acestuia).

Cu ușurință se calculează

$$m_{rr} = \frac{I_r}{r^2} S_1, \quad m_{tr} = \frac{4 I_t z^2}{r_i^2}, \quad m_{cr} = \frac{4 I_c z^2}{r_i^2}, \quad m_{ct} = m_{rc}(8S_2 - 4z^2) + 4z^2 m_{ra}, \tag{3}$$

în care

I_t este, fie momentul de inerție masic al elementelor în rotație al subansamblului tobei de manevră (la coborîrea cîrligului), fie momentul de inerție masic redus la tobă al tuturor elementelor în mișcare dintre motor și tobă (la ridicarea cîrligului);

I_r — momentul de inerție masic al unei role;

$$I_c = \sum_{i=1}^{j} I_i = \rho A_c \sum_{i=1}^{j} r_i^3(\varphi_i - \varphi_{i-1}), \quad j = 1, \ldots, n; \tag{4}$$

$$S_1 = \frac{z(2z+1)(4z+1)}{3};$$

$$S_2 = \frac{z(z+1)(2z+1)}{6};$$

A_c — aria netă a suprafeței secțiunii transversale a cablului;

z — numărul de role de înfășurare la macara;

r — raza de înfășurare a cablului pe rolă;

r_i — raza de înfășurare a cablului pe valul i de pe tobă;

I_i — momentul de inerție masic al cablului de pe valul i;

φ_{i-1}, φ_i — unghiurile de rotire a tobei corespunzătoare începutului și sfîrșitului valului i;

n — numărul total de valuri;

m_{rc} — masa unei ramuri a înfășurării cablului dintre macara și geamblac;

m_{ra} — masa ramurii active a cablului de manevră.

Se observă că valoarea mesei reduse este dependentă de poziția x_0 a cîrligului, $m_{ri} = m_{ri}(x_0)$.

În vederea calculului valorilor funcției $m_{ri}(x_0)$ pentru valori discrete ale variabilei x_0, a fost

alcătuit un program de calcul în limbaj FORTRAN IV, conform schemei logice prezentată în [2].

Un exemplu de calcul a fost efectuat pentru cazul instalației de foraj F 320—3 DH. Mărimile de intrare au fost : $z = 5$ role, $I_r = 79{,}95$ kg m^2, $I_t = 2085{,}38$ kg m^2, $r = 0{,}66$ m, $d = 35$ mm (diametrul cablului), $l_p = 27$ m (lungimea pasului), $l_s = 3$ m (distanța de siguranță între macara și geamblac), $l_a = 48{,}1834$ m (lungimea ramurii active a cablului), $L_t = 1{,}32$ m (lungimea tobei), $D_t = 0{,}8$ m (diametrul tobei). Graficul de variație a masei reduse în funcție de poziția cîrligului este prezentat în figura 2. Se impun următoarele concluzii :

● variația masei reduse, la trecerea cablului de pe un val pe altul, este destul de importantă, avînd valori, pentru cazul numeric studiat, de 10...11 %;

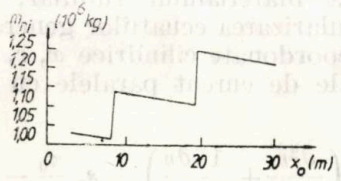


Fig. 2

● în lungul unui val, masa redusă are o variație liniară cu valori sub 3 %.

Într-o primă aproximație, se poate neglija variația masei reduse în lungul unui val, ținîndu-se însă seama de variația acesteia la trecerea de pe un val pe altul.

Modelul mecanic redus, alcătuit din masa m_1, va avea o mișcare de translație sub acțiunea simultană a greutății $m_c g$, a forței de legătură cu materialul tubular N_1 și a forței reduse, fie a cuplului realizat de sistemul de frînare (la coborîrea macaralei), fie a cuplului dezvoltat la tobă de către sistemul de acționare (la ridicarea macaralei), $F_r(x_0, \dot{x}_0, t)$ (fig. 1*b*) *.

Reducerea la cîrlig a momentelor cuplurilor dezvoltate la tobă, de către sistemul de frînare M_f sau de către sistemul de acționare M_m, se face pe baza principiului lucrului mecanic virtual [1]. În acest mod, expresia forței reduse se calculează cu ușurință, pentru cazul ridicării,

$$F_r = \frac{4 M_m(\varphi, \dot{\varphi}, t)}{D_i} z \eta^r_{img} \tag{5}$$

iar, pentru cazul coborîrii,

$$F_r = \frac{4 M_f(\varphi, \dot{\varphi}, t)}{D_i} \frac{z}{\eta^c_{img}} \tag{6}$$

* În redactare, derivatele temporale și spațiale ale unei funcții $y = f(t, x)$ vor fi exprimate respectiv prin $\dot{y}$ și y'. Cu simboluri analoage repetate vor fi notate și derivatele de ordin superior.

în care, pe lîngă notațiile anterioare,

D_i — diametrul de înfășurare al cablului pe valul i;

φ — unghiul de rotire al tobei;

η^r_{img}, η^c_{img} — randamentul mecanismului macara-geamblac la ridicarea, respectiv coborîrea cîrligului;

t — timpul.

Este util ca, în cazul cuplurilor dependente de rotirea sau viteza unghiulară a tobei de manevră, forța redusă să fie exprimată în funcție de deplasarea sau viteza punctului de reducere. În cazul nostru, aceasta se realizează imediat dacă introducem în relațiile (5) și (6)

$$\varphi = \frac{4z}{D_i} x_0; \quad \dot{\varphi} = \frac{4z}{D_i} \dot{x}_0. \tag{6}$$

Modelul matematic al mișcării masei reduse se obține punînd condiția egalității între variația energiei cinetice a masei $m_1(x_0)$ și lucrul mecanic elementar,

$$d\left[\frac{m_1(x_0)\dot{x}_0^2}{2}\right] = [m_c g + N_1 - F_r(x_0, \dot{x}_0, t)]\, dx_0, \tag{7}$$

sau, după cîteva transformări simple,

$$m_1(x_0)\ddot{x}_0 + \frac{1}{2} m'_{ri}(x_0)\dot{x}_0^2 = m_c g + N_1 - F_r(x_0, \dot{x}_0, t). \tag{8}$$

Pentru cazul numeric studiat în lungul unui val, $m'_{ri}(x_0) = 3\,022$ kg/m, ceea ce înseamnă că variația masei reduse în timpul deplasării cîrligului cu 1 m este de maximum 0,3 %. Această variație foarte mică a masei reduse, la desfășurarea cablului de pe un val, face posibilă neglijarea termenului al doilea din partea stîngă a egalității (8).

III. Materialul tubular

Dacă sînt neglijate proprietățile elastice ale elementelor componente materialului tubular, modelul mecanic echivalent va consta dintr-o masă nedeformabilă m_t, ce se poate deplasa axial în fluidul de foraj existent în sondă. În figura 3 este prezentată schema sistemului fizic real, pentru cazul simplificat al unei secțiuni constante, atît a materialului tubular, cît și a sondei, capătul inferior al tubului interior fiind considerat neobturat. Celelalte situații (variații de diametre și/sau capăt inferior obturat) se pot obține cu ușurință prin generalizarea sau particularizarea rezultatelor obținute pe modelul mecanic considerat.

Singura caracteristică a modelului mecanic este masa acestuia m_t, cu o valoare ușor de calculat (fig. 3 *b*).

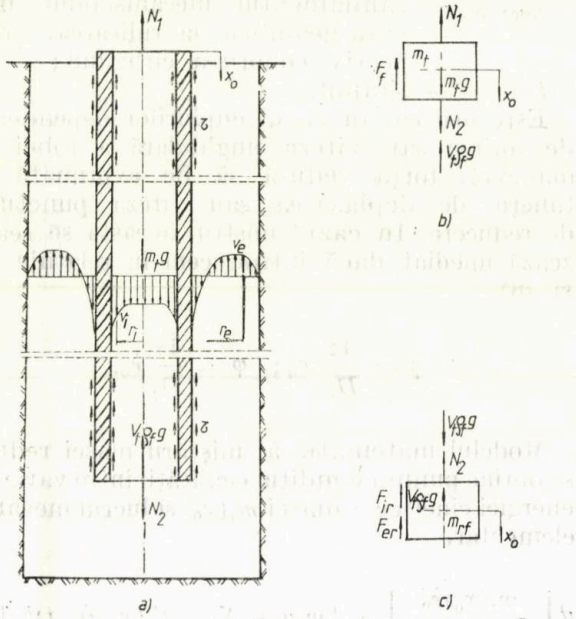


Fig. 3

Evident, nu se pune problema reducerii masei materialului tubular, la cîrlig, deoarece vitezele medii ale celor două elemente sînt egale.

Forțele aplicate masei m_t vor fi , atît cele exterioare (greutatea proprie $m_t g$, forța arhimedică $V_t \rho_f g$ și forța de frecare cu fluidul de foraj F_f), cît și cele de legătură (cu cîrligul N_1 și cu fluidul de foraj N_2).

Modelul matematic al mișcării materialului tubular în sondă se obține punînd condiția egalității între variația energiei cinetice a masei m_t și lucrul mecanic elementar,

$$d\left[\frac{m_t \ddot{x}_0^2}{2}\right] = [m_t g - N_1 + N_2 - V_t \rho_f g - sF_f]\,dx_0, \tag{9}$$

sau

$$m_t \ddot{x}_0 = m_t g - V_t \rho_f g - N_1 + N_2 - sF_f, \tag{10}$$

în care

$$F_f = \tau A_t; \tag{11}$$

N_1 este forța de legătură cu macaraua ;
N_2 — forța de legătură cu fluidul de foraj ;
V_t — volumul de fluid dislocuit ;
ρ_f — masa specifică a fluidului de foraj ;
g — accelerația gravitațională ;
A_t — aria laterală a materialului tubular în contact cu fluidul de foraj ;
s — sign $\dot{x}_0$;
τ — efortul specific de forfecare între fluidul de foraj și materialul tubular.

Este necesar, în plus, într-o secțiune oarecare, ca suma algebrică a „debitului" de metal ce se deplasează și a debitului de fluid ce curge să fie nulă.

III. Fluidul de foraj

În cazul general, modelul matematic al curgerii unui fluid este alcătuit dintr-un sistem cuprinzînd ecuațiile de stare, de continuitate, de mișcare, constitutive și de conservare a energiei [7]. Pentru rezolvarea acestui sistem este necesar a fi cunoscute condițiile limită și inițiale ale curgerii.

Pentru descrierea mișcării fluidului de foraj, de tip Bingham, în lungul axei x a sondei, la manevra materialului tubular, se obține prin particularizarea ecuațiilor generale într-un sistem de coordonate cilindrice x, r, θ și considerînd liniile de curent paralele cu axa tuburilor :

$$\rho_f \frac{\partial v}{\partial t} = \eta_p \left(\frac{\partial^2 v}{\partial r^2} + \frac{1}{r}\frac{\partial v}{\partial r}\right) + s_r \frac{\tau_0}{r} - P, \tag{12}$$

în care

τ_0 este tensiunea dinamică de forfecare ;
η_p — viscozitatea plastică ;

$$s_r = \text{sign}\left(\frac{\partial v}{\partial r}\right);$$

$$P = \frac{\partial p_t}{\partial x};$$

$$p_t = p + \rho_f g h$$

Pentru cazul mișcării staționare, $\frac{\partial v}{\partial t} = 0$, ecuația este rezolvată în [5 și 6] pentru condițiile limită corespunzînd tuturor situațiilor posibile din sondă. Distribuția vitezei în spațiile interior și inelar, pentru cazul dimensional cel mai frecvent întîlnit, este prezentată în figura 3 (la etapa de coborîre a materialului tubular).

Distribuția de tensiuni va fi

$$\tau = \eta_p \frac{\partial v}{\partial r} + \tau_0 \tag{13}$$

și prin introducerea valorilor gradientului de viteză, la pereții interior și exterior ai materialului tubular, se obțin eforturile specifice de forfecare dintre materialul tubular și fluidul de foraj.

Efortul N_2^e (datorat curgerii) dintre capătul inferior al materialului tubular și fluidul de

foraj se obține în funcție de valoarea gradientului de presiune P,

$$N_c^2 = PLA, \tag{14}$$

în care :

L este lungimea tubului de foraj ;

A — aria suprafeței secțiunii transversale.

Curgerea turbulentă se poate studia utilizînd [8].

Forța de plutire (definită de legea lui Arhimede) este aplicată în capătul inferior al materialului tubular (în centrul de greutate al proiecției pe orizontală a suprafeței tuburilor) și are evident valoarea

$$F_p = - V_t \rho_f g. \tag{15}$$

Rezolvarea modelului matematic al curgerii laminare sau turbulente, este, în general, laborioasă, putîndu-se face, pentru cazuri concrete, prin metode numerice. De aceea unii cercetători au propus metode expeditive care, verificate experimental, nu conduc la erori importante.

Astfel, G. Iordache [3] propune o metodă grafo-analitică, ușor de aplicat și verificată printr-un număr important de determinări experimentale. Această metodă este aplicabilă tuturor situațiilor existente la manevrarea materialului tubular în sondă (tuburi obturate, tuburi libere și tuburi cu orificii la capătul inferior), avînd ca scop determinarea presiunilor suplimentare ce apar în aceste procese dinamice.

Cercetătorii A. Lubinski, F. H. Hsu și K. G. Nolte [4], în urma unui număr apreciabil de verificări experimentale, propun o metodă simplă, dar aproximativă (cu erori pînă la max. 20%), pentru determinarea, atît a eforturilor dintre fluid și tuburi (fix și mobil), cît și a presiunii suplimentare ce apare la deplasarea descendentă în sondă a unui material tubular obturat la partea inferioară. Acest caz corespunde introducerii garniturii de foraj cu orificiile sapei înfundate și a coloanei de burlane avînd șiu și valvă. Valorile presiunii hidrodinamice și eforturilor laterale, calculate prin această metodă, sînt acoperitoare celor corespunzătoare altor geometrii ale capătului inferior al materialului tubular manevrat.

Conform celor prezentate în [4], căderea de presiune pe un tronson de lungime L_j, la coborîrea unui tub într-o sondă conținînd fluid binghamian, va fi, în regim laminar,

$$\Delta p_{Lj} = \frac{4 L_j}{D_{2j} - D_{1j}} \tau_0 + \frac{32 \eta_p L_j}{D_{1j}^2 (R_j^2 - 1)} \cdot \left[\frac{\frac{Q}{A_{fj}} + \dot{x}_0 \left(\frac{1}{2 \ln R_j} - \frac{1}{R_j^2 - 1} \right)}{\frac{R_j^2 + 1}{R_j^2 - 1} - \frac{1}{\ln R_j}} \right] \tag{16}$$

și, în regim turbulent,

$$\Delta p_{Tj} = \frac{1}{2} \frac{\rho_f L_j}{D_{2j}^2 - D_{1j}^2} \left[D_{1j} f_1 \left(\frac{Q}{A_{fj}} + \dot{x}_0 \right)^2 + D_{2j} f_2 \left(\frac{Q}{A_{fj}} \right)^2 \right], \tag{17}$$

în care

D_{1j} și D_{2j} sînt respectiv diametrul exterior al tubului mobil și interior al tubului fix (al sondei) existente pe tronsonul de lungime L_j ;

$\dot{x}_0$ = viteza de manevră a materialului tubular ;

$R_j = D_{2j}/D_{1j}$;

$A_{fj} = (\pi/4)(D_{2j}^2 - D_{1j}^2)$;

f_1, f_2 — coeficienții pierderii de sarcină lîngă tuburile mobil și respectiv fix ; acești coeficienți au valorile $0{,}0175(10^{-5} R_e)^{-0{,}26}$ pentru cazul peretelui neted și 0,07 pentru cazul peretelui rugos (sondă netubată) ;

$R_e = (D_{2j} - D_{1j})\, Q \rho_f / A_{fj} \eta_p$, lîngă peretele fix ;

$R_e = (D_{2j} - D_{1j}) \left(Q/A_{fj} + \dot{x}_0 \right) \rho_f / \eta_p$, lîngă peretele mobil ;

$Q = A \dot{x}_0$.

Forța periferică interioară cu care un tronson de lungime L_j, al tubului mobil, acționează asupra fluidului de foraj va fi, în regim laminar,

$$\Delta F_{Lj} = \pi D_{1j} L_j \tau_0 + \dot{x}_0 \frac{2\pi \eta_p L_j}{\ln R_j} + \left(\Delta p_{Lj} - \frac{4 L_j}{D_{2j} - D_{1j}} \tau_0 \right) A_{fj} \left[\frac{1}{2 \ln R_j} - \frac{1}{R_j^2 - 1} \right] \tag{18}$$

iar, în regim turbulent,

$$\Delta F_{Tj} = \frac{\pi \rho_f L_j D_{1j} f_1}{8} \left(\frac{Q}{A_{fj}} + \dot{x}_0 \right)^2 . \tag{19}$$

Tipul regimului de curgere corespunde valorii maxime dintre ΔF_{Lj} și ΔF_{Tj} [4].

Se observă că sînt neglijate frecările dintre materialul tubular și fluidul de foraj existent în interiorul acestuia. În situația capătului inferior obturat (șiu cu valvă în cazul burlanelor) sau cu cîteva orificii obturabile (orificiile duzelor sapei în cazul garniturii de foraj) această aproximație nu este supărătoare.

Să notăm cu ΔF_{ij} forța cu care un tronson j, al materialului tubular, va acționa pe suprafața interioară a coloanei inelare de fluid. Evident

$$\Delta F_{ij} = max \cdot (\Delta F_{Lj},\ \Delta F_{Tj}). \tag{20}$$

Notînd cu ΔF_{ej} forța cu care peretele sondei, pe lungimea aceluiași tronson j, va acționa

asupra fluidului de foraj pe suprafaţa lui exterioară, se obţine

$$\Delta F_{ej} = \Delta p_{(L,T)} A_{fj} - \Delta F_{ij}, \qquad (21)$$

în care $\Delta p_{(L,T)}$ reprezintă, corespunzător regimului de curgere existent pe tronsonul j, fie Δp_{Lj} fie Δp_{Tj}.

Forţa totală,

$$F_i = \Sigma_j \Delta F_{ij}, \qquad (22)$$

exercitată de materialul tubular asupra fluidului de foraj va fi egală şi de sens contrar cu F_f (fig. 3*b*).

Presiunea hidrodinamică, datorată curgerii fluidului pe lungimea celor j tronsoane, va fi

$$p_f = \Sigma_j \Delta p_{(L,T)} . \qquad (23)$$

Modelul mecanic al curgerii fluidului de foraj (fig. 3*c*) va fi reprezentat de o masă m_{rf} redusă la capătul inferior al materialului tubular şi avînd valoarea

$$m_{rf} = \Sigma_j m_{fj} \left(\frac{A}{A_{fj}}\right)^2, \qquad (24)$$

în care m_{fj} este masa de fluid a tronsonului j.

Forţele aplicate masei reduse se vor obţine prin reducerea celor efectiv aplicate asupra coloanei de fluid de foraj. Factorul de proporţionalitate va fi A/A_{fj}.

Greutatea redusă are expresia

$$g \Sigma_j m_{fj} \frac{A}{A_{fj}} = \rho_f g A \Sigma_j L_j = V_t \rho_f g. \qquad (25)$$

Forţele de frecare reduse vor fi

$$F_{ir} = \Sigma_j \Delta F_{ij} \frac{A}{A_{fj}}, \qquad (26)$$

$$F_{er} = \Sigma_j \Delta F_{ej} \frac{A}{A_{fj}}. \qquad (27)$$

Forţele de legătură şi cele reduse sînt prezentate în figura 3*c*, fiind aplicate masei reduse m_{rf}.

Modelul matematic al mişcării, reprezentînd echilibrul fictiv între acestea şi forţa de inerţie, are forma

$$m_{rf}\ddot{x}_0 = -N_2 - s(F_{ir} + F_{er}), \qquad (28)$$

în care s are semnificaţia cunoscută.

În ecuaţia (29) se acceptă aproximaţia că, în timpul proceselor tranzitorii, căderile de presiune şi forţele de frecare au expresiile precizate mai sus. Această aproximaţie este acceptabilă pentru studiul proceselor de manevră deoarece acceleraţia $\ddot{x}_0$ este redusă.

V. Modelele mecanic şi matematic ale ansamblului

Modelul matematic al mişcării rigidului IS—MT—S se obţine prin însumarea, termen cu termen, a ecuaţiilor (8), (10) şi (28):

$$(m_{ri} + m_c + m_t + m_{rf})\ddot{x}_0 + \frac{1}{2} m'_{ri}\dot{x}_0^2 =$$

$$= (m_c + m_t - V_t\rho_f)g - F_r - s(F_f + F_{ir} + F_{er}). \qquad (29)$$

În această ecuaţie coeficientul acceleraţiei $\ddot{x}_0$,

$$m = m_{ri} + m_c + m_t + m_{rf}, \qquad (30)$$

reprezintă masa modelului mecanic echivalent sistemului fizic IS—MT—S (fig. 4).

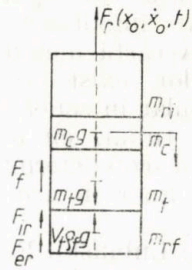


Fig. 4

În al doilea termen al ecuaţiei de mişcare, m'_{ri} reprezintă variaţia masei m în raport cu deplasarea cîrligului x_0. Acest termen poate fi neglijat cel puţin atîta timp cît cablul se desfăşoară de pe acelaşi val.

Primul termen din partea dreaptă reprezintă greutatea masei m.

Deoarece forţele de legătură, între masele componente modelului mecanic, se anulează reciproc, singurele forţe exprimabile în modelul matematic al mişcării sînt cele exterioare (ultimul termen al ecuaţiei).

Dintre acestea, forţa redusă la cîrlig $F_r(x_0, \dot{x}_0, t)$ are expresie dependentă de tipul sistemului de acţionare sau frînare şi de unii factori subiectivi referitori la sondorul şef.

Ecuaţia de mişcare (29) ia forme particulare şi admite soluţii specifice în funcţie de procesul de manevră studiat.

Spre exemplu, pentru studiul procesului de introducere a materialului tubular în sondă, ecuaţia de mişcare a masei $m(x_0)$, devine

$$m(x_0)\ddot{x}_0 + \frac{1}{2} m'_{ri}(x_0)\dot{x}_2^0 = F(\dot{x}_0, t), \qquad (31)$$

în care

$$F(\dot{x}_0, t) = (m_c + m_t - V_t\rho_f)g - \\ - F_f(\dot{x}_0) - F_{ir}(\dot{x}_0) - F_{er}(\dot{x}_0) - F_r(\dot{x}_0, t)$$

reprezintă suma algebrică a forțelor datorate greutăților ansamblului macara-cîrlig $m_c g$, tuburilor $m_t g$ și fluidului de foraj $V_t\rho_f g$, a forțelor de frecare exercitate pe suprafețele materialului tubular F_f și ale părților interioare F_{ir} și exterioare F_{er} ale coloanei inelare de fluid de foraj, cît și forței reduse la cîrlig a cuplului dezvoltat de sistemul de frînare, F_r.

De remarcat că expresiile forțelor de frecare F_f, F_{ir} și F_{er} sînt în funcție de regimul de curgere, laminar sau turbulent, pe diferitele tronsoane (în zonele îmbinărilor, corpului prăjinilor de foraj sau prăjinilor grele), a unui fluid binghamian.

Pentru etapele de demaraj și regim, frîna de lucru fiind cea auxiliară și în funcție de tipul acesteia, rezultă

$$F_r = F_r(\dot{x}_0) \tag{32}$$

și

$$\dot{x}_0 = \sqrt{\frac{2}{m(x_0)}\int F(\dot{x}_0)\,\mathrm{d}x_0 + \frac{m_0 v_0^2}{m(x_0)}}, \tag{33}$$

în care m_0 și v_0 reprezintă valorile inițiale ale masei totale și vitezei acesteia.

În etapa de oprire se poate aproxima $m'_{rf}(x_0) = 0$ și pentru că frîna de lucru este cea principală, forța perturbatoare are expresia

$$F_r = F_r(t).$$

Cu aceste aproximații, viteza cîrligului rezultă sub forma

$$x_0 = e^{-\frac{c_L}{m}t}\left\{v_0 - \frac{1}{m}\int [F_r(t) - F_0]\, e^{\frac{c_L}{m}t}\,\mathrm{d}t,\right\}, \tag{35}$$

în care

$$F_0 = (m_c + m_t - V_t\rho_f)g - C_R;$$

C_L, C_R sînt coeficienții polinomului de gradu întîi, în $\dot{x}_0$, ce se obțin prin însumarea forțelor de frecare F_f, F_{ir} și F_{er} (în aproximația neglijării regimului turbulent de curgere în această etapă).

În toate etapele procesului de introducere, deplasarea cîrligului x_0 și accelerația acestuia $\ddot{x}_0$ rezultă cu ușurință, prima printr-o cuadratură a vitezei $\dot{x}_0$, a doua direct din ecuația (31).

Cunoscînd cinematica mișcării întregului sistem, se pot determina, cu ușurință, stările de eforturi din legăturile dintre diferitele mase componente.

Spre exemplu presiunea hidrodinamică totală va fi tocmai efortul unitar

$$p_{ha} = -\frac{N_2}{A} \tag{36}$$

și, luînd în considerare (28), rezultă că este suma

$$p_{ha} = p_f + p_i,$$

în care

$p_f = \dfrac{F_{ir}+F_{er}}{A}$ este componenta datorată forțelor de frecare cu pereții, iar

$p_i = -\dfrac{m_{rf}\ddot{x}_0}{A}$ reprezintă termenul corespunzător forței de inerție.

Efortul la cîrlig N_1 rezultă cu ușurință din (8) sau (10).

În mod analog se pot face particularizări pentru cazul procesului de extragere a materialului tubular din sondă.

Concluzii

1. În prezenta lucrare este studiată dinamica rigidului, echivalent sistemului IS—MT—S, în timpul proceselor de manevră, în aproximația legăturilor axial nedeformabile.
2. Este precizată metodologia de construire a modelului mecanic echivalent.
3. Este precizat modelul matematic al mișcării și sînt oferite soluțiile acestuia (pentru procesul de introducere).
4. Este indicată metodologia de determinare a stărilor de eforturi (presiunea hidrodinamică, efortul la cîrlig etc.) în timpul proceselor de manevră.

Bibliografie

[1] Artobolevski, I. I. *Teoria mecanismelor și mașinilor*. Ed. tehnică, București, 1955.

[2] Calotă, N. *Contribuții la cercetarea procesului de introducere a materialului tubular în sondă*. Teză de doctorat, I.P.G. Ploiești, 1982.

[3] Iordache, G. *Presiunile suplimentare care apar în procesul de foraj*. Centrul de documentare al industriei chimice și petroliere, București, 1968.

[4] Lubinski, A., Hsu, F. H., Nolte, K. G. *Transient pressure surges due to pipe movement in an oil well*. Revue de l'Institute Français du Petrole, Mai—Juin, Paris, 1977.

[5] Macovei, N. *Curgerea unui fluid binghamian la deplasarea axială relativă a doi cilindri circulari coaxiali*. Studii și cercetări de mecanică aplicată, Tomul 38, nr. 3, Ed. Academiei, București, 1979.

[6] Macovei, N. *Mișcarea unui fluid binghamian la deplasarea axială relativă a doi cilindri coaxiali. Soluții posibile*. Studii și cercetări de mecanică aplicată, Tomul 38, nr. 6, Ed. Academiei, București, 1979.

[7] Oroveanu, T. *Mecanica fluidelor viscoase*. Ed. Academiei, București, 1967.

[8] Stan, Al. *Mișcări turbulente prin spații inelare*. Studii și cercetări de mecanică aplicată, Tomul 38, nr. 6, Ed. Academiei, București, 1979.

INFORMAŢII

SIMPOZION

Noi tehnologii de extracţie şi valorificare a substanţelor minerale utile

Petroşani, 10—11 dec. 1982

În perioada 10—11 decembrie 1982, la Institutul de Mine din Petroşani s-au desfăşurat lucrările simpozionului de comunicări tehnico-ştiinţifice pe tema NOI TEHNOLOGII DE EXTRACŢIE ŞI VALORIFICARE A SUBSTANŢELOR MINERALE UTILE, dedicată Conferinţei Naţionale a Partidului Comunist Român şi celei de-a XXXV-a aniversare a republicii.

La lucrările simpozionului au participat specialişti din producţie, cercetare şi proiectare de la institutuele de cercetări şi proiectări din Petroşani, Baia Mare, Cluj-Napoca, Craiova, C.C.S.I.T.U.M. Satu Mare Filiala Petroşani, C.C.S.M. Petroşani, I.P.E.G. Hunedoara, I.F.L.G.S. Bucureşti, I.U.M. Petroşani, specialişti şi cadre universitare din institutele de învăţămînt superior, studenţi.

Participanţii au audiat, în prima parte a simpozionului, trei comunicări referitoare la :

— *Procesul de formare a inginerului minier în contextul evoluţiei mineritului românesc* ;

— *Valorificarea superioară a resurselor prin creativitatea interdisciplinară în procese circular active* ;

— *Implicaţiile corelaţiei progres tehnic-producţie netă în conducerea activităţii economice*, după care s-au prezentat, în sistem POSTER, un număr de 69 de referate, repartizate în patru secţiuni :

1 — mine, geologie, topografie ;

2 — prepararea şi valorificarea substanţelor minerale utile ;

3 — mecanizarea proceselor miniere ;

4 — acţionarea şi automatizarea instalaţiilor şi maşinilor miniere.

Secţia I — mine, geologie topografie a cuprins 19 lucrări, tematica cărora a fost orientată pe probleme de deosebită actualitate ale industriei miniere din ţara noastră.

În domeniul exploatărilor miniere la zi colectivele de autori au prezentat soluţii originale fundamentate pe cercetări teoretice şi experimentale îndelungate asupra optimizării parametrilor la operaţiile de perforare-împuşcare, folosirea raţională a utilajelor şi eliminarea locurilor înguste din fluxul tehnologic de excavare, transport şi haldare la carierele din bazinul Rovinari. Pentru activitatea subterană a minelor din Valea Jiului au fost propuse noi tehnologii în vederea mecanizării integrale a proceselor de producţie şi valorificarea rezervelor de cărbune cuprinse în stratele subţiri şi foarte subţiri, care nu sînt exploatabile cu actualele metode de exploatare. Tot în scopul valorificării resurselor noastre energetice s-a înscris şi studiul asupra grosimii-limită exploatabilă ale stratelor de cărbune din Valea Jiului care fundamentează din punct de vedere tehnico-economic normativele pentru încadrarea rezervelor din stratele foarte subţiri în categoria rezervelor de bilanţ.

Studiile referitoare la determinarea deformaţiei suprafeţelor sub influenţa exploatărilor subterane din Valea Jiului ca şi cercetările efectuate asupra comportamentului reologic al sării geme, îşi fundamentează soluţiile pe analiza modificării rezistenţei rocilor în funcţie de timpul de solicitare cît şi pe interconexiunea dintre caracteristicile reologice ale rocilor, adîncimea de exploatare, tectonica perimetrelor miniere şi dimensiunile pilierilor de siguranţă pentru protejarea abatajelor sau a suprafeţei. A fost prezentat, de asemenea, rezultatul cercetăriler experimentale efectuate în ultimii ani asupra combaterii deformării lucrărilor miniere situate în condiţii geologice dificile din Valea Jiului prin asocierea susţinerilor tradiţionale cu diferite procedee de consolidare a rocilor. Prelucrarea datelor geomecanice a permis găsirea unor modele matematice accesibile unităţilor de proiectare pentru calculul convergenţei rocilor înconjurătoare şi alegerea unor tehnologii adecvate de susţinere.

Au reţinut atenţia studiile efectuate în scopul exploatării în subteran a rezervelor de lignit situate sub nivelul hidrostatic în bazinul Mehedinţi ca şi alegerea celor mai raţionale tehnologii de executare a lucrărilor de deschidere cu metode speciale în vederea traversării formaţiunilor acvifere, tehnologii care pot fi extinse şi în celelalte zone cu strate de lignit cantonate în condiţii hidrogeologice similare.

S-au apreciat preocupările colectivelor din domeniul ştiinţelor matematice de a-şi aduce contribuţia la evaluarea rezervelor de metan care pot fi extrase din stratele de cărbuni din Valea Jiului, ca şi cercetările din domeniul fizicii teoretice aplicate la specificul exploatărilor miniere pentru elucidarea corelaţiei dintre viteza de propagare a ultrasunetelor şi presiunea minieră, stabilirea circuitelor apelor utilizate la înămolirea focului endogen de la E. M. Şuior, traseele apelor subterane de la E. M. Nistru, curgerea politrofă a aerului în puţurile de mină.

În cadrul secţiei au fost prezentate, de asemenea, rezultatul cercetărilor teoretice şi experimentale asupra diminuării erorilor la străpungerea lucrărilor miniere, aplicarea metodelor geodezo-fotogrammetrice în urmărirea deformaţiilor care se produc la suprafaţa minelor, elaborarea unor metode şi dispozitive noi recomandate pentru controlul permanent al verticalităţii puţurilor de mină.

În cadrul secțiunii a II-a prepararea și valorificarea substanțelor minerale utile, s-au prezentat 12 referate care au luat în studiu obținerea de combustibili lichizi prin hidrogenarea cărbunilor, brichetarea lignitilor din bazinul Oaș, sedimentarea minereurilor în stare coloidală în prezența unui gradient de cîmp magnetic, recuperarea minereurilor cu titan și zirconiu din sterilele rezultate din prelucrarea nisipurilor de Aghireș.

Au fost prezentate, de asemenea, rezultatele cercetărilor privind studiul absorbției colectorilor ionici la suprafața minerală pe baza conductibilității soluției, stabilirea dimensiunii de clasare a materialelor, influența parametrilor constructivi ai maselor de concentrare asupra procesului de separare, studiul mișcării granulelor și stabilirea regimurilor de mișcare pe ciururi vibrante cu rezonanță, studiul comportamentului unor parametri de proces asupra rezultatelor preparării. La finalizarea studiilor și-au adus aportul specialiști din producție și din ramurile de știință fizică, matematică, chimie și mecanică.

Secția a III-a mecanizarea proceselor miniere a cuprins 25 de lucrări cu următoarea tematică :

— mecanizarea procesului de extragere a substanțelor minerale utile ;

— construcții noi de mașini și utilaje miniere ;

— dispozitive pentru deschiderea și închiderea automată a ușilor în construcția puțurilor ;

— îmbunătățirea activității de întreținere și reparare a utilajului minier ;

— optimizarea parametrilor de funcționare a centrifugelor vibrante.

S-au evidențiat preocupările și rezultatele pentru mecanizarea exploatării zăcămintelor de lignit din bazinul Lugoj și extragerea cărbunelui în principalele bazine carbonifere din țară cu un consum de energie cît mai scăzut. În acest sens, pe baza cercetărilor teoretice și experimentale, s-au stabilit parametrii constructivi și funcționali ai organelor de tăiere pentru combinele de abataj. Tot pe linia mecanizării proceselor de producție se menționează preocupările pentru creșterea performanțelor la săparea mecanizată a galeriilor prin utilizarea instalației de perforat tip IMP—2 cu un sistem de avans modern și perforatoare hidraulice de construcție românească.

Abatajele cameră din Valea Jiului, care au încă o pondere însemnată în producția de cărbune din bazin, au stat în atenția colectivelor de cercetare în ideea de a mecaniza operațiile de bază ale procesului tehnologic. Pe această linie se evidențiază modelele de scuturi autopășitoare pentru susținere și instalația de perforare programată a găurilor de mină. Au reieșit, de asemenea, preocupările pentru realizarea de noi mașini, utilaje și instalații miniere, perfecționarea celor existente, proiectarea unor noi scheme structurale ale combinelor de abataj pe bază de soluții originale brevetate, automatizarea deschiderii și închiderii ușilor la podurile de siguranță a puțurilor în săpare.

Un alt grup de lucrări au abordat probleme de perfecționare a tehnologiilor de fabricație și reparare a mașinilor, utilajelor și instalațiilor miniere, cum ar fi : distribuitoarele hidraulice pentru susținerile mecanizate ; combinele miniere ; susținerile mecanizate și altele.

La secțiunea a IV-a acționarea și automatizarea instalațiilor și proceselor miniere s-au prezentat 13 lucrări, cu referire la :

— comanda automată a acționărilor miniere folosind electronica de putere ;

— instalații de telemecanică minieră ;

— realizarea de dispozitive și sisteme pentru automatizarea instalațiilor și proceselor miniere ;

— acționări miniere cu motoare electrice liniare ;

— alimentarea cu energie electrică a consumatorilor minieri ;

— optimizarea circulației de putere reactivă la electrificarea exploatărilor miniere ;

— analiza și sinteza rețelelor de telemăsură și telecontrol ;

— determinarea consumurilor de energie electrică în cariere.

A fost apreciată preocuparea pentru utilizarea electronicii de putere la acționările miniere și aparatura privind comanda amorsării tiristoarelor din redresoarele comandate în punte.

Ca o realizare deosebită a fost menționată stația modulară de telemecanică minieră în cod de impulsurile cu blocuri terminale cuplate prin magistrală de date.

Pentru automatizarea instalațiilor și proceselor miniere s-a prezentat traductorul de nivel cu afișare digitală a nivelului, tahometrul numeric modular, dispozitivul modular pentru controlul nedistructiv al cablurilor de extracție miniere, întrerupătorul magnetic modular, precum și dispozitivul logic pentru automatizarea instalațiilor de extracție miniere.

Au fost prezentate rezultatele privind folosirea motoarelor electrice liniare în scopul simplificării cinematicii multor mecanisme, micșorarea pierderilor în transmisiile mecanice și al măririi siguranței mecanismelor, utilizarea motorului electric liniar asincron, de tip tubular, pentru acționările miniere.

În problema alimentării consumatorilor minieri de categoria I cu energie electrică s-au conceput scheme de alimentare cu energie electrică și dispozitive care, în cazul deconectării alimentării normale, conectează în mod automat alimentarea de rezervă (AAR).

S-au prezentat, de asemenea, programe de optimizare a factorului de putere cu ajutorul calculatoarelor electronice cu aplicabilitate în condiții concrete ale carierelor de lignit Poiana, Roșia de Jiu și Tismana.

Preocuparea pentru o utilizare optimă a rețelelor de telemăsură și telecontrol din subteran a fost concretizată prin studiile asupra tipologiei rețelelor și prelucrarea semnalelor.

În scopul reducerii consumului de energie electrică din cariere au fost nominalizați factorii subiectivi și obiectivi care influențează negativ consumul de energie electrică.

La încheierea lucrărilor s-a apreciat, în unanimitate, că manifestarea științifică de la Institutul de Mine din Petroșani a prilejuit un util schimb de opinii între cadrele universitare și specialiștii din producție, cercetare, proiectare, uzine constructoare de utilaj minier și electric cu privire la modernizarea tehnologiilor de extracție și valorificarea superioară a resurselor, angajarea mult mai fermă a cercetării universitare în soluționarea multiplelor probleme de care depinde creșterea producției de cărbune și minereuri în condiții de eficiență economică maximă.

Prof. dr. ing. **N. Lețu**

RECENZII

Conf. dr. *Ioana Pană*, dr. *C. Enache*, *Ion Andreescu*
Fauna de moluște a depozitelor cu ligniți din Oltenia
Craiova 1981, 276 pag., 10 fig., 2 tabele, 108 ref. bibliografice

Lucrarea, tipărită la comanda ICITPML—Craiova de către Intreprinderea Poligrafică Oltenia, a fost difuzată întreprinderilor și combinatelor miniere pentru lignit, întreprinderilor de prospecțiuni și explorări geologice, Institutului de geologie și geofizică, facultăților de geologie din București, Iași și Cluj-Napoca, Institutului de Mine Petroșani, bibliotecilor și altor unități interesate.

Ea a fost tipărită din inițiativa Combinatului minier Oltenia în cadrul unei teme de cercetare privind criteriile de corelare stratigrafică a stratelor de lignit din Oltenia, fiind prima lucrare de acest gen pentru depozitele pliocen-superioare din Oltenia.

În prima parte se prezintă stratigrafia depozitelor cu ligniți din Oltenia începînd cu ponțialul și terminînd cu romanianul superior. Studiul stratigrafic întreprins de autori, pe baza a peste 31 puncte fosilifere, prezintă succesiunile în detaliu, pe zone de interes minier, în care sînt prezentate nivelele reper cu asociațiile faunistice corespunzătoare, suficient de detaliate pentru corelarea sigură a stratelor de lignit.

Depozitele romaniene din regiune sînt separate pentru prima dată în trei subetaje : siensian, pelendavian și valahian, după scara cronostratigrafică stabilită de Ion Andreescu pe baza evoluției faunei de moluște, coroborată cu schimbările de polaritate paleomagnetice. Se aduc, de asemenea, argumente paleontologice în sprijinul existenței dacianului superior (parscovian) în nord-vestul Olteniei.

În partea a doua a lucrării sînt descrise fosilele figurate în cele 69 de planșe, în ordinea superfamiliilor, familiilor, genurilor și speciilor, diagnozele prezentate, clare și detaliate permițînd identificarea formelor figurate.

Lucrarea se adresează deopotrivă geologilor de teren fiind de un prețios ajutor în corelarea corectă a stratelor de lignit întîlnite în foraje, lucrări miniere subterane și cariere, cît și studenților geologi și minieri. Ea este nu numai un determinator practic, așa cum cu modestie declară autorii în introducere, ci și o lucrare de referință în stratigrafia, pliocenului.

Geol. **I. Drighiciu**

Dr. ing. *Paraschiv Ilie* **Reactivi de flotație.** Ed. tehnică București, 1982

Prima ediție a cărții a apărut sub titlul **Reactivi de flotație în practica preparării minereurilor** editată de M.M.P.G.-O.D.P.T., București, 1971.

Ediția nouă este actualizată și completată cu capitole importante ca : pregătirea și dozarea reactivilor, încercarea reactivilor în laborator și în condiții de uzină etc.

Această lucrare are o valoare deosebită pentru toți specialiștii în domeniul preparării minereurilor, ținînd cont de faptul că marea majoritate a substanțelor minerale utile se extrag din minereuri prin flotație.

Autorul a abordat problema sub toate aspectele, respectiv sînt tratate, atît problemele teoretice (mecanismul de acționare a reactivilor, proprietățile superficiale ale mineralelor care condiționează interacțiunile lor cu reactivi), cît și problemele practice (modul de dozare, consumurile specifice rețelele de reactivi în funcție de caracteristicile minereurilor).

Primul capitol din lucrare tratează clasificarea reactivilor, influența lor asupra mineralelor și a reacțiilor din tulbureală. Descrierea proprietăților mineralelor, corelate cu capacitatea lor de adsorbție sau chemosorbție, rolul impurităților, formarea compușilor superficiali sînt relativ scurt tratate dar în suficientă măsură pentru cunoașterea fenomenelor fizico-chimice ce stau la baza procedeului de flotație.

Reactivii sînt prezentați după clasificarea lor ca reactivi de flotație și nu după clasificarea chimică.

Această clasificare a reactivilor în spumanți, colectori modificatori și floculanți, corespunde și permite descrierea acestora sub toate aspectele. Reactivii sînt prezentați cu descrierea succintă a modului de obținere (materii prime, reacția sintezei), urmînd apoi tratarea proprietăților fizico-chimice și mai pe larg dezvoltat modul de acționare, proprietățile compușilor superficiali formați, consumuri.

În capitolul „Reactivi colectori", în mod deosebit de îngrijit se prezintă o clasificare a colectorilor, corelația dintre structura chimică a colectorilor și mecanismul lor de acționare în diferite condiții de mediu, consumuri specifice. Documentat și cu multe exemple practice sînt redactate subcapitolele colectori sulfhidirici, colectori oxihidrilici, alchilsulfați, alchilsufonați și alchilfosfați, precum și hidrocarburi apolare.

În capitolul „Reactivi modificatori" sînt prezentați reactivi activanți, depresanți și regulatori *pH*. Pe lîngă descrierea proceselor și a mecanismului de acționare, o valoare practică deosebită o prezintă numeroasele izoterme de adsorbție a colectorilor în prezența activanților, depresanților sau a modificărilor pe diferite minerale. Studierea acestor izoterme orientează foarte bine pe specialiști la stabilirea rețelelor adecvate pentru recuperarea maximă a mineralelor utile din minereuri.

Capitolul „Încercarea reactivilor în laborator și în condiții de uzină" este deosebit de util pentru personalul institutelor de cercetare și laboratoarelor uzinale. Atît institutele de cercetări, cît și uzinele de preparare în prezent sînt angajate în acțiuni importante pentru înlocuirea reactivilor din import cu cei sintetizați în țară. Această lucrare, în întregime, dar mai ales prin capitolele „Încercarea reactivilor în laborator și în condiții de uzină", „Recomandări privind folosirea reactivilor de flotație" și „Pregătirea și dozarea reactivilor", constituie un manual prețios, care ajută concret această activitate, precum orice problemă legată de folosirea reactivilor de flotație.

Ultimul capitol, privind măsurile de tehnica securității, întregește lucrarea, ținînd cont că mulți dintre reactivii de flotație sînt deosebit de toxici și instruirea personalului privind manipularea și folosirea corespunzătoare a acestora este o sarcină importantă.

Este de menționat, în final, bibliografia foarte bogată consultată și prezentată (129 lucrări de specialitate), ceea ce permite ca cei care se interesează și de anumite probleme de detalii, neprezentate în această lucrare, să poată consulta cele mai reprezentative lucrări de specialitate în domeniul preparării minereurilor.

Chim. **P. Tutsek**

MINISTERUL MINELOR

INSTITUTUL DE CERCETĂRI, INGINERIE TEHNOLOGICĂ ŞI PROIECTĂRI PENTRU MINEREURI NEFEROASE BAIA MARE

BAIA MARE, str. dr. Victor Babeş nr. 62. Telefon: 30412, 31171, 30818
Telex : 33267. Cod: 775174. Jud. Maramureş. ROMANIA

EXECUTA SI OFERA BENEFICIARILOR INTERNI SI EXTERNI :

Lucrări de cercetare şi documentaţii tehnico-economice de proiectare în domeniul extracţiei şi prelucrării zăcămintelor de minereuri neferoase, auro-argentifere, rare şi radioactive pentru:

• sisteme şi metode de exploatare, săpare, susţinere, perforare şi împuşcare a lucrărilor miniere, inclusiv studii de mecanica rocilor şi dirijarea presiunilor miniere • stabilirea gradului de prăfuire şi combaterea prafului, de microclimat în subteran şi uzine de preparare, inclusiv studii de medicină minieră pentru prevenirea şi combaterea îmbolnăvirii profesionale • tehnologii de preparare a substanţelor minerale utile şi de prelucrare prin procedee complexe a minereurilor şi produselor polimetalice sărace sau reziduale în condiţii de laborator, micropilot, pilot, semiindustrial şi industrial • sinteze şi experimentări de noi reactivi pentru prelucrare prin flotaţie şi procedee complexe a substanţelor minerale utile • documentaţii pentru utilaje, mecanizare şi automatizare a proceselor tehnologice din subteran şi uzine de preparare • protecţia mediului înconjurător, depoluarea apelor de mină şi reziduale de la uzinele de preparare • analize economice, optimizări ale proceselor de producţie, organizarea ştiinţifică a producţiei şi a muncii, economia şi psihologia muncii, prognoze ale dezvoltării ştiinţei şi tehnicii în domeniul extracţiei şi prelucrării minereurilor neferoase • documentaţii tehnico-economice de investiţii pentru obiective miniere şi de preparare.

ACORDA ASISTENTA TEHNICA pentru îmbunătăţirea fluxurilor tehnologice, modernizarea instalaţiilor în subteran şi uzine de preparare, valorificarea în producţie a cercetărilor încheiate şi la punere în funcţiune a obiectivelor economice proiectate în cadrul institutului.

MAI EXECUTA SI OFERA analize chimice şi fizice prin metode spectrale, fotometrice ş.a., analize şi studii mineralogice, analize de uleiuri şi reactivi • lucrări cu izotopi radioactivi • prototipuri de mică serie şi unicate ale unor utilaje şi aparate pentru minerit şi preparare • sinteze şi cercetări bibliografice, traduceri, multiplicări, filmări.

1993 APR 07

MINISTERUL MINELOR

intreprinderea de piese de schimb, reparații utilaje și echipamente electrotehnice miniere petroșani

execută:

- REPARAREA SI INTRETINEREA DE INSTALATII, ECHIPAMENTE ELECTROTEHNICE SI UTILAJE MINIERE ȘI DE PREPARARE;
- FABRICAREA DE CONFECTII METALICE SI DE PIESE DE SCHIMB PENTRU REPARAREA ECHIPAMENTELOR ELECTRICE ANTIGRIZUTOASE;
- REALIZEAZA MODELE SI PROTOTIPURI DE ECHIPAMENTE IN CONSTRUCTIE SPECIALA DE ELECTROSECURITATE IN VEDEREA ASIMILARII FABRICATIEI ACESTORA;
- FABRICA STILPI HIDRAULICI SI ACCESORII;
- EXECUTA LUCRARI DE INSTALATII IN EXPLOATARILE MINIERE PENTRU PROTECTII PRIN RELEE , AUTOMATIZARI SI MASURATORI;
- VERIFICA SI REPARA APARATE DE MASURA SI CONTROL LA ECHIPAMENTELE PENTRU CARE DETINE AUTORIZATIE;
- EXECUTA LUCRARI DE INVESTITII IN REGIE;
- ACORDA ASISTENTA TEHNICA PRIVIND MONTAREA SI DEMONTAREA UTILAJELOR DE REPARAT;
- PRESTARI DE SERVICII.

IPSRUEEM PETROSANI

PETROSANI, str. LUNCA 115
jud. HUNEDOARA, cod 2675
tel. 44462, 43962

E 1445

MINE PETROL GAZE

BUCUREȘTI - ROMÂNIA * Vol. 34, februarie 1983

2

MINISTERUL PETROLULUI

CENTRUL DE CALCUL ŞI LUCRĂRI AUXILIARE

BUCUREST I, str. Biserica Amzei 23
sector 1, telefon 59 70 60

REALIZEAZA PENTRU BENEFICIARII DIN RAMURA EXTRACTIVA O GAMA VARIATA DE LUCRARI, PRIN:

activitatea de informatică

- Cercetare, proiectare şi implementare sisteme informatice;
- Elaborare pachete de programe pentru studii, optimizări, prognoze şi calcule inginereşti;
- Proiectare asistată de calculator a capacităţilor de producţie;
- Exploatare curentă de sisteme de prelucrare automată a datelor;
- Asistenţă tehnică.

activitatea de industrie

- Prin secţia confecţii piese de schimb din cauciuc realizează garnituri de etanşare pentru: instalaţii de foraj, instalaţii de extracţie ţiţei şi gaz metan, agregate de cimentare, complexe mecanizate de abataj, precum şi alte repere din cauciuc şi pînză cauciucată.

lucrări auxiliare

- Machete pentru obiective de investiţii, tehnologii de exploatare şi preparare;
- Lucrări de editare, tipărire şi legătorie.

MINE, PETROL ŞI GAZE

ORGAN AL MINISTERULUI MINELOR ŞI MINISTERULUI PETROLULUI

ANUL XXXIV

Nr. 2 1983

CUPRINS

* * * **Consfătuirea de lucru cu cadre de conducere, specialişti şi muncitori din industria minieră şi geologie** . . 50

Fodor, D., Suciu, A., Gagy, T. **Cîteva aspecte ale procesului de formare a inginerului minier în contextul evoluţiei mineritului românesc şi a exigenţelor formulate de partidul nostru, de secretarul său general, tovarăşul Nicolae Ceauşescu, privind asigurarea unei noi calităţi a forţei de muncă** . . . 51

Iliaş N., Zamfir, V., Elczner, Gv., Andraş, I., Niţescu, N., Magyari, A. **Calculul de verificare a lanţurilor pentru combine de abataj la solicitarea de impact în condiţii speciale** 58

Pavel, Gh. **Studiul factorilor care influenţează creşterea vitezei de săpare a lucrărilor miniere** 69

Constantinescu, I., Sârbu, R. **Dinamica mişcării granulelor minerale în separatoare electrice pe traiectorii curbilinii** 75

Brâncuş, A., Gabrian Lucia, Buciu, C., Ciolţea, A. **Contribuţii la valorificarea blendei active cu ioni de cupru din minereuri complexe** 78

Enache, C., Tivig, N. **Tehnologie de traversare a nisipurilor acvifere cu instalaţie de filtre aciculare vacuumate adaptată lucrului în subteran** 82

Iordache, G. **Starea de tensiune din coloane cu diamtre mari după cimentare** 84

Avram, L. **Cîteva aspecte privind hidraulica sapei în condiţii de şantier** 89

Paraschiv, D., Demetrescu, Cr., Soroiu, M. **Noi date geocronologice privind fundamentul metamorfic şi unele corpuri magmatice din Platforma moesică** 94

COLEGIUL DE REDACŢIE

Ing. VASILE SCRIPĂŢ, *preşedinte;* **dr. ing. GHEORGHE ALDEA; ing. ŞTEFAN BENEA; dr. geol. IOSIF BERCIA; ing. TEODOR BORU; dr. ing. GHEORGHE DONŢOV DANU; ing. VIRGIL FĂTU; dr. ing. IANCU GEANGĂLĂ; dr. ing. FLOREA NEAGU; ing. NICOLAE PANTILIE; ELENA VRÂNCEANU,** *redactor.*

REZUMATE

* * * *Consfătuirea de lucru cu cadre de conducere, specialişti şi muncitori din industria minieră şi geologie*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 2, 1983

Fodor, D., Suciu, A., Gagy, T. *Cîteva aspecte ale procesului de formare a inginerului minier în contextul evoluţiei mineritului românesc şi a exigenţelor formulate de partidul nostru, de secretarul său general, tovarăşul Nicolae Ceauşescu, privind asigurarea unei noi calităţi a forţei de muncă*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 2, 1983

Iliaş, N., Zamfir, V., Elczner, Gv., Andraş, I., Niţescu, N., Magyari, A. *Calculul de verificare a lanţurilor pentru combine de abataj la solicitarea de impact în condiţii speciale*

Autorii prezintă calculul eforturilor specifice din secţiunile zalelor de lanţ minier,calculul deformaţiilor longitudinale într-o za de lanţ la acţiunea unei forţe concentrate situate în planul zalei, precum şi verificarea lanţului minier la şoc la acţiunea sub formă de „efect de praştie" a forţei elastice acumulate în ramura activă a lanţului de tractare a combinelor.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 2, 1983

Pavel, Gh. *Studiul factorilor care influenţează creşterea vitezei de săpare a lucrărilor miniere*

Se scot în evidenţă factorii principali care concură la creşterea vitezei de săpare a lucrărilor miniere orizontale şi verificale şi se prezintă corelaţia care există între aceşti factori în vederea realizării unei viteze maxime de săpare ţinînd seama de rezultatele cercetărilor întreprinse în acest sens şi de dotarea cu utilaje a unităţilor miniere.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 2, 1983

Constantinescu, I., Sârbu, R. *Dinamica mişcării granulelor minerale în separatoare electrice pe traiectorii curbilinii*

Se analizează forţele care acţionează asupra unei granule minerale care se deplasează pe o traiectorie curbilinie într-un separator electrostatic şi se ajunge la determinarea unor parametri importanţi ca: forţa electrică necesară reţinerii granulei pe suprafaţa tamburului în rotaţie, viteza limită de rotaţie a tamburului şi unghiul la care se produce desprinderea granulelor de pe suprafaţa tamburului rotativ.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 2, 1983

Brâncuş, A., Gabrian Lucia, Buciu, C., Ciolţea, A. *Contribuţii la valorificarea blendei active cu ioni de cupru din minereuri complexe*

Sînt redate cercetările pentru depresarea blendei, respectiv reducerea conţinutului de zinc în concentratul de plumb-cupru obţinut la flotaţia primară, reducerea conţinutului de zinc din concentratul de cupru în faza de separare a concentratului, folosindu-se tehnologia de depresare a calcopiritei cu cianura.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 2, 1983

Enache, C., Tivig, N. *Tehnologie de traversare a nisipurilor acvifere cu instalaţie de filtre aciculare vacuumate adaptată lucrului în subteran*

Pentru scurtarea timpului de coborîre a nivelului apelor subterane şi asecarea apei remanente la traversarea nisipurilor acvifere, autorii au adaptat instalaţia de vacuum utilizată la suprafaţă şi au stabilit tehnologia de lucru în subteran la zăcămîntul de lignit Prunişor.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 2, 1983

Iordache, G. *Starea de tensiune din coloanele cu diametre mari după cimentare*

Lucrarea abordează problema stării de tensiune din coloanele cu diametre mari datorită exotermiei pastelor de ciment şi în presupunerea că şiul coloanelor este încastrat.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 2, 1983

Avram, L. *Cîteva aspecte privind hidraulica sapei în condiţii de şantier*

Autorul prezintă principalele aspecte teoretice ale spălării sondelor cu diametre normale, pentru cazul că circulaţia este directă, stabilind corelaţii verificate în condiţii de şantier.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 2, 1983

Paraschiv, D., Demetrescu, Cr., Soroiu, M. *Noi date geocronologice privind fundamentul metamorfic şi unele corpuri magmatice din Platforma moesică*

Noile datări prin metoda K—Ar, făcute pe 11 eşantioane de roci, provenite de la 7 sonde, au indicat valori (vîrste izotopice) pentru fundamentul metamorfic, melafire, bazalte, porfirite dioritice, redate de autori în lucrare.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 2, 1983

CONTENTS

* * * *Working meeting with the leading staff, specialists and workers in the field of mining industry and geology*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 2, 1983

C.Z. 658.386 : 622.01.658.3

F o d o r, D. et a l. *Some aspects of the training process of the mining engineers in the context of the development of the Romanian mining and the requirements expressed by our Party, by its Secretary-General, comrade Nicolae Ceauşescu, regarding the ensurance of a new quality of the working force*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 2, 1983

C.Z. 622.232.72 : 622.273.15

I l i a ş, N. et a l., *Verification calculation of the shearer haulage chains to impact load in special conditions*

The authors present the calculation of the specific stresses in the sections of mining chain links, calculation of the longitudinal deformation in a chain link due to the action of a force concentrated in its plane, as well as the chain verification to impact due to the „catapult effect" of the elastic force accumulated in the driving string of the shearer haulage chain.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 2, 1983

C.Z. 622.232 : 622.272 : 65.012.1

P a v e l, Gh. *Study of the factors influencing the increase in drifting speed*

The main factors which contribute to the increase of drifting speed for horizontal and vertical workings are outlinrd and the co-relation between these factors in view of achieving the maximum drifting speed is presented, by taking into account the results of investigations made in this field and the equipment existing in the mining entreprises.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 2, 1983

C.Z. 622.777 : 622.34

C o n s t a n t i n e s c u, I. and S â r b u, R. *Dynamics of the movement of mineral grains on curviliniar trajectories in electrical separators*

The forces acting upon a mineral grain moving on a curviliniar trajectory in an electrostatical separator are presented and the following main parameters are determined: the electrical force required to retain the grain onto the surface of the rotating drum, the limit rotation speed of the drum and the angle at which the grains are detached from the surface of the rotating drum.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 2, 1983

C.Z. 622.343 : 622.344 : 622.771

B r â n c u ş, A. et al. *Contributions to the processing of the active blende with copper ions from complex ores*

The investigations in the field of blende processing, respectively, the reduction of the zinc contents in the lead-copper concentrate obtained in the primary flotation, the reduction of the zinc contents in the copper concentrate in the separation stage by using the process of chalcopyrite cyanidation, are presented.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 2, 1983

C.Z. 622.272 : 551.44 : 622.794.2

E n a c h e, C. and T i v i g, N. *Drifting technology through water-bearing sands with installation of vacuum acicular filters adapted to underground work*

In order to shorten the time required for ground water sinking and removal of remaining water during drifting through water-bearing sands, the authors adapted the vacuum installation used at the surface and established the technology for underground work at the Prunişor lignite deposit.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 2, 1983

C.Z. 622.241.5 : 622.245.4

I o r d a c h e, G. *Strain state in large diametre columns after cementation*

The paper examines the problem of the strain state in the large diametre columns caused by the exothermic characteristics of the cement pastes under the assumption that the casing shoe in inserted.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 2, 1983

C.Z. 622.241 : 622.243.143

A v r a m, L. *Some aspects regarding the hydraulics of the drill bits under field conditions*

The author presents the main theoretical aspects of the direct flushing in normal diametre wells, establishing relations tested under field conditions.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 2, 1983

C.Z. 552.16 : 552.3

P a r a s c h i v, D. et al. *New geochronological data regarding the metamorphical basement and some magmatic bodies of the moesic platform*

The new dating made by means of the K—Ar method on 11 rock samples taken from 7 drill holes indicated values (isotopic ages) for the metamorphical basement, melaphyres, basalts, dioritical porphyrites, presented by the authors in this paper.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 2, 1983

СОДЕРЖАНИЕ

* * * *Рабочее совещание с руководящими кадрами, со специалистами и с рабочими горной промышленности и геологии*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 2, 1983

C.Z. 658.386 : 622.01.658.3

Ф о д о р, Д., С у ч у, А., Г а г и, Т. *Некоторые аспекты образования и подготовки горного инженера в условиях развития горного дела в Румынии и требований, сформулированных нашей партией, ее генеральным секретарем, товарищем Николае Чаушеску, касающихся обеспечения нового качества рабочей силы.*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 2, 1983

C.Z. 622.232.72 : 622.273.15

Илиаш, Н., Замфир, В., Элезнер, Г., Андраш, И., Ницеску, Н., Мадьари, А. *Проверочный расчет цепей очистных комбайнов на разрыв при их работе в специальных условиях*

Авторы представляют расчет специальных усилий в сечениях звеньев шахтной цепи, расчет продолных деформаций в звене цепи в случае сосредоточенной нагрузки, расположенной в плоскости звена, а также способ проверки шахтной цепи к удару под действием в виде «рогатки» гибкого усилия, накопленного в рабочей ветви тяговой цепи очистных комбайнов.

Ключевые слова: очистные комбайны, тяговая цепь, расчет на разрыв

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 2, 1983

C.Z. 622.232 : 622.272 : 65.012.1

Павел, Г. *Изучение факторов, влияющих на увеличение скорости проведения горных выработок*

Подчеркиваются основные факторы, способствующие повышению скорости проведения горизонтальных и вертикальных горных выработок и представлено соотношение, существующее между этими факторами в целях достижения максимальной скорости проходки, с учетом результатов проведенных по данной теме исследованийи оснащения горных предприятий оборудованием.

Ключевые слова: проведение горных выработок, факторы, максимальное подвигание

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 2, 1983

C.Z. 622.777 : 622.34

Константинеску, И., Сырбу, Р. *Динамика движения по кривым траекториям минеральных зерен в электрических сепараторах*

Рассматриваются усилия, действующие на минеральное зерно, движущееся по кривой траектории в электростатическом сепараторе, в результате чего определяются основные параметры: электрическая сила, необходимая для удержания зерна на поверхности вращающегося барабана, ограниченная скорость вращения барабана и угол при котором происходит отлет зерен с поверхности вращающегося барабана.

Ключевые слова: динамика, движение, минеральное зерно, электростатические сепараторы, основные параметры

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 2, 1983

C.Z. 622.343 : 622.344 : 622 : 771

Брынкуш, А., Габриан Лидия, Бучу, Ч., Чолтеа, А. *Об использовании активного сфалерита медными ионами из комплексных руд*

Представлены исследования, проведенные в целях депрессии сфалерита т. е. уменьшения содержания цинка в полученном при первичной флотации свинцово-медном концентрате, уменьшения содержания цинка в медном концентрате в стадии отделения концентрата, применив технологию деперссии халькопирита цианидом.

Ключевые слова: активный сфалерит, медные ионы, полиметаллические руды, цианид

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 2, 1983

C.Z. 622.272 : 551.44 : 622.279.2

Энаке, К. и Тивиг, Н. *Технологии перехода водоносных горизонтов с помощью установки вакуумных игольчатых фильтров, применительно к подземным условиям*

В целях сокращения периода понижения уровня подземных вод и откачки остаточной воды при переходе водоносных горизонтов, авторы приспасобили применяемую на поверхности вакуумную установку и разработали технологию подземных работ для лигнитного месторождения Прунишор.

Ключевые слова: водоносные горизонты, переход, проходка, установка, вакуумные фильтры.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 2, 1983

C.Z. 622.241.5 : 622.245.4

Иордаке, Г. *Напряженное состояние колонн большого диаметра после цементации*

В работе рассматривается напряженное состояние колонн большого диаметра из-за экзотермы цементных смесей, предположив, что башмак колонны консольного типа.

Ключевые слова: напряженное состояние, колонна консольная, цементация

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 2, 1983

C.Z. 622.241 : 622.243.143

Аврам, Л. *Некоторые аспекты гидравлики долота в полевых условиях*

Автор представляет основные теоретические аспекты промывки нефтяных скважин нормального диаметра, в случае прямой циркуляции, установив соответствующие функции которые были проверены в полевых условиях.

Ключевые слова: гирдавлика, долото, нефтяная скважина, промывка, прямая циркуляция.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 2, 1983

C.Z. 658.386 : 622.01.658.3

Параскив, Д., Деметреску, Кр., Сорою, М. *Новые геохронологические данные о метаморфическом фундаменте и некоторых магматических телах Мзинской платформы*

Анализы 11 образцов пород, взятых из 7 скважин, которые были проведены с применением К— Ar метода, показали значения (изотопные возраты) метаморфического фундамента, мелафиров, базальтов, диоритовых порфиров, представленные авторами в данной работе.

Ключевые слова: анализ пород, метод К—Ar, изотопные возрасты, метаморфический фундамент, базальт, диоритовые порфиры.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 2, 1983

SOMMAIRE

* * * *Conférence de travail avec les dirigeants, spécialistes et ouvriers de l'industrie minière et de la géologie*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 2, 1983

C.Z. 658.386 : 622.01 :658.3

Fodor, D., Suciu, A. et Gagy, T. *Quelques aspects du processus de formation de l'ingénieur minier en corrélation avec l'évolution de l'industrie minière roumaine et des indications formulées par le parti, par le secrètaire général, le camarade Nicolae Ceaușescu, concernant une nouvelle qualité de la main d'oeuvre.*

Mine, Petrol și Gaze, vol. 34, nr. 2, 1983

C.Z. 622.232.72 : 622.273.15

Iliaș, N. et al. *Le calcul de vérification à la solicitation à l'impact des chaînes des machines d'abattage travaillant en conditions particulières*

Les auteurs présentent le calcul des efforts spécifiques aux sections des maillons de la chaîne de traction, le calcul des déformations longitudinales du maillon à l'action d'une force concentrée située au plan du maillon et la vérification de la chaîne à l'action de l'effet ,,coup de fouet" dû à la force élastique accumulée dans la portion active de la chaîne.

Mine, Petrol și Gaze, vol. 34, nr. 2, 1983

C.Z. 622.232 : 622.272 : 65.012.1

Pavel, Gh. *L'étude des facteurs qui influencent la croissance de la vitesse de creusement des travaux miniers*

On met en évidence les principaux facteurs qui influencent la croissance de la vitesse de creusement des travaux miniers horizontaux et vérticaux. On rélève la corrélation entre ces facteurs afin de réaliser une vitesse maximale de creusement en fonction des résultats des recherches éffectuées dans cette direction et de l'équipement minier disponible.

Mine, Petrol și Gaze, vol. 34, nr. 2, 1983

C.Z. 622.777 : 622.34

Constantinescu, I. et Sîrbu, R. *La dynamique du mouvement des granules minérals dans les séparateurs électriques en trajectoire curviligne*

On analyse les forces qui actionnent sur un granule minéral entraîné sur une trajectorie curviligne dans un séparateur électrique et on arrive à déterminer les principaux paramètres: la force électrique nécessaire pour retenir le granule sur la surface du tambour en rotation, la limite de la vitesse de rotation du tambour et l'angle de décrochage des granules de la surface du tambour.

Mine, Petrol și Gaze, vol. 34, nr. 2, 1983

C.Z. 622.343 : 622.344 : 622.771

Brâncuș, A. et al. *Contributions à la valorisation de la blende active avec des ions de cuivre de minerais complexes*

Sont présentés les travaux de recherche pour dépresser la blende respectivement réduire la teneur en zinc dans le concentré de plomb-cuivre obtenu par la flottation primaire et réduire la teneur en zinc du concentré de cuivre en phase de séparation du concentré par la technologie de dépressage de la calcopyrite.

Mine, Petrol și Gaze, vol. 34, nr. 2, 1983

C.Z. 622.272 : 551.44 : 622.794.2

Enache, C. et Tivig, N. *Technologie de traversée les sables aquifers avec une installation de filtration circulaire vacuumée adaptée au travail souterrain*

Pour la réduction du temps de l'abaissement du niveau des eaux souterrains et l'assèchement de l'eau résiduelle au cours de la traversée des sables aquifers, les auteurs ont adapté une installation de vacuum utilisée au jour en établissant la technologie de travail en souterrain au gisement de lignite de Prunișor.

Mine, Petrol și Gaze, vol. 34, nr. 2, 1983

C.Z. 622.241.5 : 622.245.4

Iordache, G. *L'état de tension dans les colonnes au grand diamètre après la cimentation*

Dans l'article on aborde le problème de l'état de tension des colonnes au grand diamètre dû à la réaction exothermique des pâtes au ciment en supposant que le sabot tubulaire des colonnes est encastré.

Mine, Petrol și Gaze, vol. 34, nr. 2, 1983

C.Z. 622.241 : 622.243.143

Avram, L. *Quelques aspects sur la hydraulique du trépan à lames en conditions de chantier*

L'auteur présente les principaux aspects théoriques de la vage des sondes avec diamètre normal et circulation directe en établissant les corrélations verifiées en conditions de chantier.

Mine, Petrol și Gaze, vol. 34, nr. 2, 1983

C.Z. 552.16 : 552.3

Paraschiv, D. et al. *Nouvelles données géochronologiques concernant la base métamorphique et quelques corps magmatiques de la plate-forme moessique*

Sont présentées les nouvelles datations par la méthode K—Ar sur 11 échantillons rocheux prélevés de 7 sondes qui indiquent des valeurs (âges izotopiques) pour la base métamorphique, les mélaphires, les basaltes et les porphyrites dioritiques.

Mine, Petrol și Gaze, vol. 34, nr. 2, 1983

INHALT

* * * *Arbeitsberatung mit Leitungskader Fachleute ud Arbeiter in dem Bereich der Bergbauindustrie und Geologie*

Mine, Petrol și Gaze, vol. 34, nr. 2, 1983

C.Z. 658.386 : 622.01 :658.3

Fodor, D. et al. *Einige Aspekte der Ausbildung eines Bergbauingenieurs im Rahmen der Entwicklung des rumänischen Bergbaus und der von unserer Partei und ihrem Generalsekretar, dem Genossen Nicolae Ceaușescu, abgefassten Erfordernisse, betreffend die Sicherung einer neuen Qualität der Arbeitskräfte*

Mine, Petrol și Gaze, vol. 34, nr. 2, 1983

C.Z. 622.232.72 : 622.273.15

Iliaș, N. et al. *Prüfungsrechnung der Schrämmwalzenkette bei Prallbeanspruchung unter besonderen Bedingungen*

Die Verfasser stellen die Rechnung der spezifischen Belastungen in Kettengliedern einer Schrämmwalzmaschine, die Rechnung der longitudinallen Verformungen in einem Kettenglied unter der Wirkung einer konzentrierten, im Plan des Kettengliedes sich befindenden Kraft, sowie die Prüfung der Kette zum Prall unter der Schleuderwirkung der in dem Antriebsstrang der Zugkette der Schrämmwalzmaschine gespeicherten elastischen Kraft vor.

Mine, Petrol și Gaze, vol. 34, nr. 2, 1983

C.Z. 622.232 : 622.272 : 65.012.1

Pavel, Gh. *Studium der Faktoren welche die Erhöhung der Auffahrungsgeschwindigkeit im Grubenbau beeinflüssen*

Vorgestellt werden die Hauptfaktoren welche zur Erhöhung der Auffahrungsgeschwindigkeit der horizontalen und vertikalen Arbeiten mitwirken und die Korrelation welche zwischen diesen Faktoren angesichts der Realisierung einer maximallen Auffahrungsgeschwinsigkeit besteht, unter Berücksichtigung der Ergebnisse der in diesem Sinne erfolgten Untersuchungen und der Ausstattung der Bergwerke.

Mine, Petrol și Gaze, vol. 34, nr. 2, 1983

C.Z. 622.777 : 622.34

Constantinescu, I. und Sârbu, R. *Dynamik der krummlinigen Bewegung der Mineralkörner in elektrischen Separatoren*

Überprüft werden die Kräfte welche auf einem Mineralkorn, der in einem elektrischen Separator auf einer Krummlinie sich bewegt, wirken, wodurch einige wichtige Parameter, wie folgt, bestimmt werden können : die elektrische Kraft welche zum Anhalten des Körnchens auf der Oberfläche des Drehtrommels notwendig ist : die Grenzdrehgeschwindigkeit des Trommels und der Winkel welcher den Absprung der Körnchen von der Oberfläche des Drehtrommels verursacht.

Mine, Petrol și Gaze, vol. 34, nr. 2, 1983

C.Z. 622.343 : 622.344 : 622 : 771

Brâncuș, A. et al. *Beitragungen zur Auswertung der aktiven Blende mit Kupferionen aus Komplexerzen*

Vorgestellt werden die Untersuchungen in dem Bereich der Aufbereitung der Blende, bzw. die Verminderung des Zinkgehaltes in dem durch primäre Flotation realisierten Blei-Kupferkonzentrat, die Verminderung des Zinkgehaltes in dem Kupferkonzentrat auf der Separationsstufe des Konzentrates, indem die Entziehungstechnologie des Chalkopyrits mittels Zyanid in Anwendung kommt.

Mine, Petrol și Gaze, vol. 34, nr. 2, 1983

C.Z. 622.272 : 551.44 : 622.794.2

Enache, C. und Tivig, N. *Durchfahrungstechnologie der wasserhaltigen Sande mit nadelförmigen Vakuumfilteranlagen*

Zur Zeitverkürzung der Grundwassersenkung und Entwässerung bei der Durchfahrung der wasserhaltigen Sande, haben die Verfasser die über Tage eingesetzte Vakuumanlage entsprechend geändert und die Arbeitstechnologie für unter Tage bei der Prunișor Lignitlagerstätte festgelegt.

Mine, Petrol și Gaze, vol. 34, nr. 2, 1983

C.Z. 622.241.5 : 622.245.4

Iordache, G. *Der Spannungszustand in den Rohrfahrten grosser Durchmesser nach Einzementierung*

Hingewiesen wird auf das Problem des Spannungszustandes in den Rohrfahrten grosser Durchmesser auf Grund der Wärmeabgabe der Zementschlemmen, unter der Voraussetzung dass der Rohrschuh eingespannt ist.

Mine , Petrot și Gaze, vol. 34, nr. 2, 1983

C.Z. 622.241 : 622.243.143

Avram. L. *Einige Aspekte der Hydraulik des Bohrmeissels in Feldbedingungen*

Der Verfasser stellt die theoretischen Hauptaspekte der direkten Spülung der Bohrmeissel mit normalen Durchmessern vor, wodurch einige unter Feldbedingungen überprüften Korrelationen festgestellt werden.

Mine, Petrot și Gaze, vol. 34, nr. 2, 1983

C.Z. 552.16 : 552.3

Paraschiv, D. et al. *Neue geochrönologischen Informationen über den metamorphischen Fundament und einige magmatischen Körper in der moesischen Platform*

Neue Datierungen durch die K-Ar Methode, welche auf 11 Gebirgsproben von 7 Bohrungen durchgeführt wurden, haben Werte (isotopischen Alter) für den metamorphischen Fundament, Melaphyre, Basalte, dioritischen Porphyrite angegeben.

Mine, Petrol și Gaze, vol. 34, nr. 2, 1983

Revista MINE, PETROL și GAZE este editată de Oficiul de informare documentară pentru industria minieră București Calea Victoriei 220, sector I, cod. 71104, C.P. 22 — 146, telefon 59.29.75.
Tiparul: Intreprinderea poligrafică „Informația" str. Brezoianu nr. 23—25, București c. 1149

Prețul : 13 lei/exemplar

Corector: Cornelia Popa; grafica: A. Socaciu

Consfătuirea de lucru cu cadre de conducere, specialişti şi muncitori din industria minieră şi geologie

Tovarăşul **Nicolae Ceauşescu**, *secretarul general al Partidului Comunist Român, preşedintele Republicii Socialiste România, a participat în ziua de 29 ianuarie a.c. la Consfătuirea de lucru organizată la C.C. al P.C.R. cu cadre de conducere, specialişti şi muncitori din industria minieră şi geologie.*

La consfătuire — ale cărei lucrări au început în ziua de 28 ianuarie — au luat parte miniştri, activişti de partid şi de stat, directori de centrale, combinate şi întreprinderi miniere, secretari de partid din aceste unităţi, brigadieri, maiştri şi mineri din toate bazinele miniere ale ţării.

Organizată din iniţiativa tovarăşului **Nicolae Ceauşescu**, *consfătuirea a analizat şi stabilit măsurile pentru înfăptuirea programelor speciale adoptate de Conferinţa Naţională a partidului cu privire la dezvoltarea bazei energetice, valorificarea superioară şi creşterea producţiei de materii prime minerale şi energetice primare, pentru îndeplinirea importantei prevederi a Congresului al XII-lea al P.C.R. — realizarea independenţei energetice a ţării.*

In cadrul dezbaterilor, cei care au luat cuvîntul au arătat că înfăptuirea acestor programe speciale prezintă o însemnătate deosebită pentru progresul pe mai departe, în ritm susţinut, al economiei noastre socialiste, creînd, în condiţiile actualei crize energetice mondiale, posibilitatea utilizării mai bune a rezervelor de cărbune şi minereuri de care dispune România, reducerii importului de combustibil, materii prime şi materiale, ceea ce conduce la o diminuare considerabilă a eforturilor valutare ale ţării. In acest sens, vorbitorii au relevat că obiectivul prioritar îl constituie, aşa cum a subliniat tovarăşul **Nicolae Ceauşescu** *în Raportul prezentat la Conferinţa Naţională a partidului, asigurarea cu forţe proprii, încă în anul 1983, a peste 90 la sută din consumul de energie primară.*

Referindu-se la actualele sarcini, care prevăd sporirea mai accentuată a producţiei miniere, vorbitorii au reliefat necesitatea folosirii cît mai judicioase a puternicei baze tehnico-materiale de care dispune acum industria minieră, punerii în funcţiune la timp a noilor capacităţi şi dezvoltării celor existente, executării, în bune condiţii, a lucrărilor miniere de deschidere şi pregătire în subteran şi în cariere.

De asemenea, a fost dezbătută pe larg problema dotării şi mecanizării minelor şi carierelor care, în următorii ani, vor fi înzestrate cu noi utilaje moderne de mare capacitate, concomitent cu înfăptuirea programului de mică mecanizare, în scopul creşterii producţiei şi productivităţii muncii, a gradului de securitate, uşurării efortului fizic, atît în subteran, cît şi la suprafaţă.

Pentru asigurarea condiţiilor necesare creşterii, cît mai rapide, a producţiei de cărbune şi minereuri, în cadrul consfătuirii a fost relevată necesitatea reducerii perioadei de executare a lucrărilor miniere de deschidere a noilor capacităţi, fabricării tuturor utilajelor miniere şi pieselor de schimb, organizării pe bazine şi unităţi miniere a întreţinerii şi reparaţiei maşinilor şi instalaţiilor, îmbunătăţirii organizării activităţii, întăririi ordinii şi disciplinei la fiecare loc de muncă.

Participanţii au analizat, totodată, propunerile referitoare la stabilirea unui nou program de lucru pentru industria minieră, în scopul folosirii cît mai depline a capacităţilor de producţie, utilajelor şi instalaţiilor, realizării sarcinilor sporite de plan pe anii 1983—1985, asigurării unor condiţii mai bune de pregătire a forţei de muncă. In acelaşi timp, pentru cointeresarea, într-o mai largă măsură, a întregului personal muncitor din industria minieră, pentru îndeplinirea şi depăşirea planului la producţia fizică, s-a subliniat necesitatea introducerii şi generalizării acordului global la nivelul sectoarelor şi unităţilor miniere.

A fost accentuată, totodată, însemnătatea asigurării şi folosirii raţionale a forţei de muncă necesare industriei extractive miniere, precum şi a pregătirii acesteia în raport cu gradul înalt al tehnicii folosite în acest sector industrial.

Participanţii la discuţii au exprimat ferma lor hotărîre, a colectivelor pe care le reprezintă, de a acţiona, cu toată răspunderea, pentru ca, odată cu creşterea bazei energetice, să se dezvolte mai rapid baza de materii prime, prin punerea în producţie a tuturor resurselor naturale de care dispune ţara noastră, inclusiv a unor minereuri cu conţinuturi mai sărace în substanţe utile, prin extinderea tehnologiilor avansate în domeniul minier şi s-au angajat, în numele comuniştilor, a tuturor lucrătorilor din industria minieră, să îndeplinească exemplar planul pe acest an şi pe întregul cincinal, aducîndu-şi o contribuţie sporită, pe măsura cerinţelor, la dezvoltarea bazei energetice şi de materii prime a ţării, la continua înflorire a patriei noastre socialiste.

Cîteva aspecte ale procesului de formare a inginerului minier în contextul evoluţiei mineritului românesc şi a exigenţelor formulate de partidul nostru, de secretarul său general, tovarăşul Nicolae Ceauşescu, privind asigurarea unei noi calităţi a forţei de muncă

Prof. dr. ing. D. Fodor
lector univ. A. Suciu
asist. univ. T. Gagy
Institutul de Mine Petroşani

Partidul Comunist Român porneşte de la postulatul fundamental că formarea profesională la un înalt nivel a tineretului, ridicarea calificării oamenilor muncii şi utilizarea raţională a forţei de muncă constituie o componentă organică a procesului făuririi societăţii socialiste multilateral dezvoltate, a conducerii planificate şi dezvoltării economico-sociale a României. În concepţia partidului şi statului nostru, şcoala reprezintă factorul principal de cultură, de educare şi formare a tinerei generaţii, a omului, în general. Faţă de cele de mai sus, se cuvine a fi făcută precizarea cu privire la noua dimensiune a şcolii româneşti, în contextul etapei revoluţionare pe care o parcurgem, a drumului clar şi precis conturat de documentele Congresului al XII-lea al P.C.R. şi hotărîrile adoptate de recenta Conferinţă Naţională a partidului nostru. Este de reţinut că noua dimensiune a şcolii româneşti a fost şi este determinată de politica consecventă a partidului nostru pentru dezvoltarea forţelor de producţie ca o condiţie indispensabilă a depăşirii stadiului de ţară în curs de dezvoltare şi atingerea nivelului de ţară cu dezvoltare medie, obiectiv de covîrşitoare importanţă pentru viitorul societăţii noastre.

În acest context, atunci cînd analizăm aportul învăţămîntului minier la formarea numărului şi calităţii cadrelor necesare industriei extractive, nu putem face abstracţie de industria extractivă, de dinamica ei şi problematica deosebit de complexă pe care o ridică, problematică căreia numai specialiştii de înaltă calificare îi vor putea găsi soluţiile adecvate, corespunzătoare.

În condiţiile crizei de materii prime şi energiei care domină lumea de azi, face ca industria extractivă să devină o ramură prioritară a economiei noastre naţionale. Avem în vedere faptul că în 1985 se preconizează o producţie de cărbune de circa 88 mil. tone, şisturi bituminoase 10 mil. tone, minereuri metalifere aproximativ 32 mil. tone, minereuri nemetalifere aproximativ 12 mil. tone şi roci utile aproximativ 14 mil. tone.

Din simpla enumerare a cîtorva sarcini ce revin industriei extractive şi a modalităţilor prin care aceste sarcini pot fi realizate la cotele de calitate şi cantitate preconizate de partidul nostru, rezultă şi sarcinile de mare răspundere ce revin învăţămîntului miner pe toate palierele sale pentru asigurarea cadrelor necesare şi corespunzător pregătite pentru a face faţă acestor sarcini, pentru a pune capăt contradicţiei dintre puternica dotare tehnico-materială a mineritului şi pregătirea necorespunzătoare a forţei de muncă, pentru a putea valorifica cu mare eficienţă această dotare.

Secretarul general al partidului, tovarășul **Nicolae Ceaușescu**, a subliniat, în repetate rînduri, problema pregătirii forței de muncă pentru minerit și cu deosebire în cuvîntarea rostită la 2 septembrie 1982 la adunarea populară din municipiul Petroșani și la Consfătuirea de lucru de la C.C. al P.C.R. din octombrie 1982. „În unele sectoare — spune tovarășul **Nicolae Ceaușescu** — cum este sectorul minier nu a existat preocuparea ca — odată cu dotarea — să luăm oameni și să-i pregătim corespunzător pentru a cunoaște mașinile și a ști să lucreze cu ele" *).

La adunarea populară din municipiul Petroșani, tovarășul **Nicolae Ceaușescu** sublinia că este necesar „Să luăm toate măsurile și încă din acest an, să trecem la pregătirea temeinică, tehnică și profesională, a muncitorilor minieri, pentru a putea mînui utilajele de înaltă tehnicitate. Același lucru este necesar să facem și în ce privește pregătirea inginerilor, a maiștrilor, a tuturor cadrelor din domeniul minier" **)

În spiritul acestor cerințe, menționăm că în Institutul de Mine, cu sprijinul specialiștilor din producție și cercetare, s-au purtat fertile discuții pe marginea planurilor de învățămînt și programelor analitice, s-au adoptat noi planuri și noi programe analitice — perfectibile în continuare — care considerăm că vor asigura saltul calitativ necesar în procesul de formare a viitorilor specialiști minieri.

Iată de ce efortului economic pe care îl face statul pentru dotarea mineritului trebuie să-i vină în preîntîmpinare școala minieră pe frontul formării unor cadre corespunzător pregătite, ca o condiție de bază pentru afirmarea unei noi calități, pentru desfășurarea unei activități susținute de ridicare a tuturor parametrilor social-economici, pentru introducerea rapidă și generalizată a noului în producția minieră, domeniu care se pare că a pășit cu mult mai tîrziu și cu pași mult mai timizi pe făgașul afirmării revoluției tehnico-științifice. Căci, nu poate fi concepută astăzi o creștere economică susținută, în condițiile dezvoltării explozive a științei și tehnicii, dar și al cerințelor mereu sporite de creativitate și inovare pentru contracararea efectelor restrictive datorate limitării obiective a resurselor de materii prime și energie, a condițiilor tot mai grele de exploatare, dacă nu dispunem de cadre temeinic pregătite, la nivelul dezvoltării actuale a cunoașterii și experienței umane. Iată de ce considerăm că nu sînt întîmplătoare eforturile pe care le constatăm pe plan mondial în ceea ce privește depistarea calităților pe care trebuie să le întrunească inginerul minier și efortul pe care trebuie să-l facă școala superioară minieră pentru a asigura dezvoltarea unor asemenea calități. Studiile întreprinse și dezbaterile pe această linie ***) au semnalat cîteva elemente deosebit de semnificative pentru școala superioară minieră, a cărei organizare și conținut trebuie să vizeze calitățile indispensabile specialistului de azi, dar mai cu seamă de mîine. Se are în vedere faptul că inginerul minier are o responsabilitate tehnică și umană deosebită, iar rezultatele trebuie să fie întotdeauna concrete și cuantificabile ; în obținerea rezultatelor nu trebuie să piardă din vedere eficiența muncii ; pentru aceasta, inginerului minier i se pretinde a rezolva probleme fără scăpări, fără carențe și la modul cel mai complet, numai astfel putînd fi evitate consecințele nefaste ale rezolvării problemelor necorespunzător ; din cele de mai sus, se concluzionează că inginerul minier trebuie să posede o calitate rară și anume simțul practic care presupune știința de a utiliza tehnica, știința de a căuta soluțiile cele mai simple (se subliniază că o soluție mai complicată creează dificultăți), știința de a-și organiza munca și cînd nu știe acest lucru să facă apel la alți specialiști ; practica minieră ilustrează faptul că rare sînt cazurile cînd problemele sînt pe deplin clare, dar frecvent întîlnim situații cînd problemele sînt neclare, uneori greșit puse, de unde nevoia primului pas pe care trebuie să-l facă inginerul și anume clarificarea problemelor ; datele fiindu-i dispersate, nu la îndemînă ca într-o problemă de fizică să spunem, apare nevoia pentru ipoteze simplificatoare ; etapele indispensabile pe care trebuie să le parcurgă inginerul pentru a ajunge la aceste ipoteze simplificatoare — și pentru care școala trebuie să-l pregătească — sînt colectarea datelor, interpretarea lor, validarea soluțiilor și difuzarea rezultatelor. Problemele pe care le ridică exploatarea substanțelor minerale utile cu conținut scăzut și în condiții din ce în ce mai dificile de exploatare devin tot mai complexe, ceea ce determină o anumită orientare a corpului de specialiști din unitățile miniere spre echipa pluridisciplinară — demararea se dovedește destul de dificilă, dar necesară — căci nume-

*) Nicolae Ceaușescu, Cuvîntare la Consfătuirea de lucru de la C.C. al P.C.R. din 20—21 oct. 1982
**) Nicolae Ceaușescu, Cuvîntare la adunarea populară din municipiul Petroșani, 2 sept. 1982.
***) vezi Industrie minérale nr. 12, 1979.

roase probleme practice necesită a fi tratate în mod simultan din punct de vedere tehnic, economic, social etc. Studenţii, în facultate, trebuie deprinşi cu observaţia directă şi pe măsură ce dobîndesc cunoştinţele tehnice, mecanice, electrotehnice, hidraulice, de construcţii de maşini, electrice, psihologice şi legislaţia muncii, va trebui să le dezvoltăm şi capacitatea de diagnostic, indispensabilă inginerului miner, căci formularea unor probleme solubile reprezintă faza cea mai delicată, ea necesitînd, cum spuneam, ipoteze simplificatoare, nişte cunoştinţe apriori privind tipuri de soluţii, de posibilităţi, de metode de rezolvare eficientă, în funcţie de ordinele de mărime a fenomenelor ce se ivesc.

Pe această linie, este de stabilit lista datelor necesare, fără a se uita acele date care par dificil de procurat sau cuantificat, nici acelea care au valori discrete, deoarece inginerul minier trebuie să aibă o viziune de ansamblu, nefiind neglijat nici mersul de la general pînă la particular. Rezolvarea problemelor ivite impune procurarea informaţiilor necesare, tratarea lor, fără a neglija fazele grele, analiza critică a demersului făcut şi educarea tăriei de a avea capacitatea de a relua de la început studiul fenomenului pentru a ajunge la o soluţie viabilă. Dacă ar fi să ne oprim aici, întrebarea firească pe care trebuie să ne-o punem, şi cei din învăţămînt ca şi cei din producţie, este aceea privitoare la modul cum asigurăm aceste calităţi atît de solicitate de perspectiva mineritului românesc. Răspunsul la această întrebare nu-l poate cuprinde prezenta intervenţie, căci el poate fi dat numai la capătul unui efort de gîndire al tuturor celor care lucrează în învăţămîntul superior minier, conjugat cu opiniile şi sugestiile specialiştilor din producţie, cercetare, proiectare. Se consideră însă necesar ca pregătirea viitorului inginer minier trebuie să satisfacă şi alte cerinţe. Plecăm de la ideea că un inginer din industria minieră trebuie să facă parte din categoria inginerilor care se descurcă bine, cu deosebire la fronturile de lucru din subteran sau cariere. Problema esenţială este o problemă de comportament în delicata funcţie de conducător de oameni.

În contactele de teren, inginerul minier trebuie să dea dovadă de bun simţ, voinţa de a se face înţeles. El trebuie să fie prezent acolo unde situaţia o cere. Prezenţa lui trebuie să fie reală şi pentru aceasta el trebuie să fie la nivelul interlocutorului său. Practica a dovedit că nu serveşte la nimic ideea după care o problemă trebuie pusă într-un limbaj savant, prin cuvinte nepotrivite. Dialogul cu maiştrii, cu minerii, necesită însuşirea unui limbaj adecvat, care nu este pe deplin limbajul ştiinţific. Oare unde, cînd şi cum ne preocupăm în şcoală, în practică şi de această latură a formării inginerului de mine? Credem că rămîne un subiect de reflecţie pentru noi toţi. Aşa după cum credem că trebuie să reflectăm şi asupra modului în care înarmăm absolventul nostru cu cunoştinţele privind analiza comportamentului individual sau de grup ca şi cu cele privitoare la principalele aspecte ale relaţiilor socio-umane. Se consideră că în formarea inginerului de mine nu pot lipsi cunoştinţele privind igiena muncii, ergonomia, condiţiile de muncă, organizarea muncii, studiul relaţiilor profesionale în cadrul întreprinderii, gestiunea şi politica de personal, politica socială de stat şi valorificarea ideilor care vin de jos. Desigur, asemenea cunoştinţe se regăsesc în disciplinele ce se predau la institutul nostru, dar considerăm că o analiză de fond se impune pe această linie, în ideea de a asigura atît cantitatea, cît şi calitatea lor, corespunător cu cerinţele formării multilaterale a viitorului inginer miner.

Calităţile enumerate mai sus, şi altele, nu sînt înăscute, ele se formează, şcoala constituind cadrul cel mai prielnic din acest punct de vedere. Dar, aşa cum dovedeşte viaţa, practica, şcoala singură nu poate să facă totul, de unde faptul că rolul întreprinderii rămîne foarte important, iar educaţia permanentă ca şi autoeducaţia, rămîn ca nişte procese definitorii ale viitorului.

Pentru perfecţionarea în continuare a învăţămîntului, un deziderat de cea mai mare importanţă îl constituie legarea sa tot mai strînsă cu producţia şi cercetarea, îmbinarea efectivă a studiului cu activitatea practică. Şcoala urmează să dea studentului în formare nu cunoştinţe abstracte, ci să ofere modele reale de activităţi, formîndu-le deopotrivă, deprinderi de muncă şi capacitatea de a valorifica cunoştinţele deobîndite, în care sens va trebui să regîndim în multe privinţe conţinutul învăţămîntului.

Specialistul de mîine, studentul de azi, nu trebuie să devină prizonierul unei viziuni profesionale a căror cunoştinţe vor fi perimate în momentul intrării sale

în producție. Rapida evoluție a științei și tehnicii impune învățământului un caracter definit de trinomul „prospectiv-anticipativ-participativ" care permite posibilitatea unei deschideri a gîndirii studentului în formare către orizonturile profesionale ce vor caracteriza prezența sa în lumea viitorului ii. Aceasta presupune o largă deschidere a școlii nu numai spre realitățile sociale și economice prezente, ci în același timp spre viitor, ținînd seama de caracterul și ritmul prefacerilor determinate în perspectivă de revoluția tehnico-științifică și dezvoltarea societății. Cu alte cuvinte, învățământul urmează să se situeze de fapt la interferența dintre prezent și viitor, în care sens, integrarea învățământului cu producția și cercetarea devine o orientare fundamentală în viața școlii. Există realizări pe acest drum al integrării, dar considerăm că îmbunătățiri mai sînt posibile și de dorit. Se cere, în continuare, o mai bună cunoaștere reciprocă între școală și producție, care deși sînt două lumi diferite, ele trebuie să se apropie, în care sens nu credem că greșim dacă afirmăm că profesorii trebuie să devină mai industriali, iar specialiștii din producție să accepte, din proprie conștiință, rolul de formatori, adică, altfel spus, inginerii să fie mai grijulii pentru formarea viitorilor ingineri.

Credem că eforturile pe care le face colectivul Institutului de Mine, în vederea găsirii acelui cadru și conținut care să ridice școala superioară minieră la cotele de exigență ale epocii pe care o trăim, nu vor trebui să facă abstacție de căutările și comentariile care se fac în diferitele colțuri ale lumii în legătură cu definirea învățământului superior, în general, și a celui minier, în special. Analiza acestor comentarii pune în evidență disputa între diferitele tendințe privind formarea inginerului minier, cum sînt:

A. Pregătirea în profil larg, care să permită adaptablitatea cu ușurință la noile condiții impuse de progresul tehnic sau specializarea mai restrînsă care să asigure o competență specifică unui domeniu limitat; credem că propunerile institutului privind îmbunătățirea profilului de pregătire prin crearea secțiilor de preparare, topografie, economia industriei, construcțiilor și transporturilor, electromecanică minieră, sînt expresii ale modului dialectic și deosebit de realist în care pregătirea largă și specializarea se înscriu pe linia formării viitorului specialist solicitat de industria extractivă.

Căci, așa cum sublinia tovarășul **Nicolae Ceaușescu** în Raportul la Conferința Națională a P.C.R. din dec. 1982*), gama largă de probleme privind punerea în valoare a unor resurse de materii prime minerale cu conținuturi scăzute, creșterea gradului de valorificare superioară și complexă a acestora, creșterea cantității de cărbune cocsificabil și energetic, realizarea unor substanțe nemetalifere de calitate competitivă în scopul reducerii efortului valutar și asigurării independenței energetice și de materii prime a țării, impune necesitatea pregătirii unui bun specialist în domeniul preparării substanțelor minerale utile.

Analizînd experiența pe plan mondial se constată că pregătirea inginerilor în domeniul preparării substanțelor minerale utile se realizează în cadrul unor secții distincte în cadrul învățământului superior minier. Pregătirea specialistului de preparare în cadrul acestui învățământ a fost și este justificată prin însăși conexiunea existentă între aceste două tipuri de activități, în țară funcționînd peste 50 de întreprinderi, uzine și secții de preparare amplasate în imediata apropiere sau în incinta exploatărilor miniere. În cadrul Institutului de Mine din Petroșani există o bună bază materială, completată de uzinele de preparare de pe platformele industriale din Valea Jiului și județul Hunedoara și un corp profesoral de specialitate cu o bogată experiență didactică, practică și științifică, în măsură să asigure pregătirea la nivelul cerințelor a viitorilor specialiști în domeniul preparării.

Aceleași probleme se ridică în ceea ce privește asigurarea pregătirii unui specialist în domeniul topografiei miniere, al electromecanicii miniere și al economiei industriei, construcțiilor și transporturilor. Activitatea de proiectare-cercetare, de conducere și execuție a lucrărilor miniere de deschidere, pregătire și exploatare, implică cunoștințe bine fundamentate privind metodologiile de prelucrare a datelor, de întocmire a planurilor topografice, de orientare a rețelelor geodezice de sprijin, de amplasare a obiectivelor industriale și miniere, de urmărire a stabilității acestora, de dimensionare a stîlpilor de siguranță etc. Volumul mare de informații și tehnica actuală de obținere a informațiilor necesită metode moderne de investigație și opti-

*) Nicolae Ceaușescu, Raport cu privire la stadiul actual al edificării socialismului, la realizarea Planului național unic de dezvoltare economico-socială, la progresul social și la măsurile pentru îndeplinirea cu succes a cincinalului, a hotărîrilor Congresului al XII-lea al partidului, Scînteia, 17 decembrie 1982.

mizare a rezultatelor care necesită o perfecționare a actualei forme de pregătire. Rezolvarea unor probleme noi, ca cele legate de distribuția spațială a mineralizației în zăcăminte, precum și determinarea și controlul unor măsuri prin utilizarea fotogrametriei, fotointerpretării și teledetecției, impun cunoștințe aprofundate de specialitate care justifică utilitatea și necesitatea unei specializări în domeniul topografiei generale și miniere.

Progresul tehnic în industria minieră este condiționat de intensificarea procesului de electrificare, mecanizare și automatizare, de prefecționarea utilajelor existente și realizarea de noi tipuri de echipamente și instalații. Energia electrică constituie în prezent sursa principală de enegie utilizată ca urmare a creșterii puterii instalate odată cu mecanizarea proceselor de lucru și datorită avantajelor tehnice și economice pe care le prezintă.

În construcția, întreținerea și exploatarea echipamentelor electromecanice foarte diverse și proprii industriei miniere, aspectele utilizării energiei electrice au aceeași pondere ca și aspectele mecanice propriu-zise. Cuprinderea lor nu este posibilă fără o pregătire de specialitate în care să se trateze temeinic problemele legate de electrificarea minelor, acționarea mașinilor miniere, tracțiunea electrică în mine, tehnologia construcției și echipamentului electric minier, utilizarea energiei electrice în exploatările miniere cu pericol de explozie etc.

Ținînd seama de implicațiile pe care le are utilizarea energiei electrice în toate fazele procesului de lucru în subteran și la suprafață, de sarcinile ce decurg din planurile elaborate privind mecanizarea și automatizarea proceselor de lucru pentru industria minieră, precum și măsurile ce se impun pentru protecția utilajului electric și în scopul creșterii securității muncii în subteran, înființarea unei noi specializări în domeniul electromecanicii miniere în profil electric, este cu totul justificată.

Existența unor puternice centre industriale în județul Hunedoara și dezvoltarea în continuare în viitorii ani a ramurilor industriale și în celelalte zone limitrofe județului Hunedoara impune analizarea posibilităților de pregătire în Institutul de Mine a cadrelor cu studii superioare în domeniul economic.

B. Înființarea unei astfel de specializări în Institutul de Mine va influența pozitiv alegerea viitoarei profesiuni pentru absolvenții învățămîntului liceal care în prezent nu au posibilitatea de a urma o facultate adecvată muncii din zonă, dă posibilitatea acoperirii nevoilor de economiști a exploatărilor miniere și siderurgice din zonă care, în prezent, folosesc în aceste munci ingineri de diferite specializări; pentru pregătirea specialiștilor în domeniul economic există condiții de acoperire a disciplinelor fundamentale de științe sociale și tehnologice, cu cadrele existente de la Institutul de Mine și cu cadrele cu pregătire superioară și titluri științifice încadrate în unitățile miniere din Valea Jiului și de la Centrul de calcul al Combinatului minier Valea Jiului.

An de an, colectivul Institutului de Mine a căutat să perfecționeze, nu atît formele de integrare, cît mai ales conținutul acestora, și avem în vedere, deplasarea unor activități didactice pe platformele industriale, valorificînd amplasamentul deosebit de favorabil al institutului, practica productivă a studenților și activitatea de cercetare științifică a cadrelor didactice și a studenților.

Practica productivă, ca parte integrantă a procesului instructiv-educativ, se desfășară după un program-cadru care satisface cerințele înarmării studentului cu cunoștințele și deprinderile practice necesare profilului de specializare. Cifrele de școlarizare, mult sporite în ultimii ani, necesită în continuare — pe lîngă eforturile institutului — un sprijin susținut din partea unităților miniere, a institutelor de cercetări și proiectări, astfel ca programa analitică — cadru de desfășurare a

practicii — să poată fi parcursă în întregime și cu o eficiență sporită în procesul de formare a viitorului specialist.

Materializarea directivelor Congresului al XII-lea al P.C.R, a Conferinței Naționale a P.C.R. din decembrie 1982, privind realizarea independenței energetice, a dezvoltării bazei de materii prime, pun în fața institutului sarcini deosebite pe linia perfecționării întregii activități, în vederea pregătirii viitorilor specialiști la nivelul cerințelor impuse.

Pornind de la necesitatea creșterii fondului național de substanțe minerale utile, în scopul acoperirii necesarului de materii prime minerale din resurse interne, valorificării superioare a bogățiilor de care dispune țara noastră, producerii utilajelor necesare dezvoltării activității de extragere a tuturor substanțelor minerale utile, sporirea eficienței lucrărilor de prospectare și explorare și stabilirii soluțiilor tehnice pentru trecerea, într-un timp cît mai scurt, la exploatarea resurselor identificate, colectivul Institutului de Mine — cadre didactice și studenți — va participa la soluționarea următoarelor probleme.

● Cercetări complexe geologice, geofizice și geochimice în zone cu indicații metalogenetice, în vederea elaborării unor programe eficiente de exploatare.

● Optimizarea rețelelor de cercetare cu lucrări miniere a zăcămintelor filoniene din Munții Apuseni și valorificarea minereurilor polimetalice cu conținut scăzut de metale, prin utilizarea tehnologiilor combinate — preconcentrare-flotație, prelucrare chimică.

● Metode și tehnologii de lucru, pentru exploatarea stratelor subțiri de cărbune și valorificarea unor noi rezerve de huilă din pilierii de protecție din bazinul Văii Jiului.

● Stabilirea unor tehnologii de exploatare cu randament ridicat, reducerea pierderilor și valorificarea superioară a rezervelor și componenților utili din minereurile extrase.

● Perfecționarea tehnologiilor de preparare în vederea creșterii recuperării de cărbune cocsificabil și reducerea pierderii de masă combustibilă în steril.

● Stabilirea tehnologiilor de exploatare a stratelor de lignit de diferite grosimi din bazinul carbonifer al Olteniei.

● Proiectarea și execuția unor instalații mobile de perforare pentru executarea lucrărilor miniere de cercetare geologică.

● Automatizarea mașinilor și instalațiilor miniere utilizînd circuite electronice de comutație statică.

● Optimizarea construcției și utilizării echipamentelor electrice miniere utilizate în întreprinderile miniere.

C. Sînt frecvent discutate și problemele privind recrutarea studenților pentru minerit, în sensul de a ne baza exclusiv pe cunoștințele teoretice sau să se aibă în vedere și aptitudinile, înclinațiile pentru specialitatea respectivă. Implicațiile de ordin social și etic-profesional s-ar putea să aducă, la ora actuală, pe prim plan latura teoretică a pregătirii viitorilor studenți minieri. Nutrim însă convingerea că, profesorul, cadrele noastre didactice de specialitate, care nu acceptă rutina, care se apleacă cu interes și competență asupra aspectelor psihologice și metodice ale muncii sale cu studenții, va reuși să transforme specialitatea sa într-un mijloc eficient de formare a personalităților în domeniu. Căci, ceea ce se transmite de la o generație la alta, nu sînt numai cunoștințe, noțiuni, tehnici, metode, procedee, care se pot analiza, expune, auzi, ci și o serie de capacități umane, insesizabile la prima vedere, dar nu mai puțin reale cum ar fi: procedee de gîndire, tipuri de imaginație, dispoziții creative, comportamente morale etc.

Se pune întrebarea, dacă nu cumva, este nevoie să acordăm o atenţie sporită, în procesul de formare, informare şi educare şi acestei laturi, valorificînd coresunzător, atît procesul didactic de învăţămînt, cît mai ales munca directă cu studentul — formele fiind multiple, din care de reţinut ar fi : cercetarea ştiinţifică studenţească şi mixtă, îndrumarea studiului individual, dezvoltarea simţului de autodepăşire şi a disponibilităţilor spre creaţie, inovaţie. Este semnificativ din acest punct de vedere faptul că analfabetul viitorului nu va fi cel care nu ştie să citească, ci cel care nu ştie să înveţe. Faţă de asemenea exigenţe îndatorirea şcolii este aceea de a cultiva la studenţi spiritul autodepăşirii, al atitudinii novatoare şi creatoare — ca trăsături definitorii ale personalităţii umane în condiţiile societăţii socialiste în care omul este deopotrivă factor determinant şi obiectiv final al progresului. În acest context se modifică radical raportul dintre educat şi educator şi avem în vedere faptul că educatul este implicat tot mai mult ca factor activ în propria sa educaţie. Iată de ce considerăm că latura activă a procesului formativ-educativ va trebui mult amplificată, de unde şi o regîndire a modului în care o implementăm în formarea viitorului specialist.

Am prezentat doar cîteva probleme care privesc procesul de formare a specialistului minier, cu intenţia expresă de a declanşa o efervescenţă pe linia căutării celor mai adecvate soluţii care să contribuie la creşterea calitativă a întregului proces de educaţie şi instrucţie ce se desfăşoară în Institutul de Mine din Petroşani, în care sens aşteptăm propuneri şi sugestii din partea tuturor celor care doresc ridicarea şcolii superioare miniere la cotele de exigenţă ale epocii pe care o trăim.

Calculul de verificare a lanţurilor pentru combine de abataj la solicitarea de impact în condiţii speciale

Prof. dr ing. N. Iliaş
conf. dr. ing. V. Zamfir
conf. dr. ing. Gv. Elczner
asist. ing. I. Andraş
şef. lucr. ing. N. Niţescu
prof. dr. ing. A. Magyari
Institutul de Mine Petroşeni

I. Introducere

În ultimul sfert de veac, lanţurile calibrate din oţel rotund, folosite în industria minieră, au căpătat o mare diversificare de tipodimensiuni şi o creştere substanţială a caracteristicilor lor mecanice şi de rezistenţă. Acest lucru se poate explica prin folosirea metodelor de exploatare şi de evacuare a substanţelor minerale utile din frontul de lucru de mare capacitate, prin diversificarea maşinilor şi utilajelor folosite în acest scop, precum şi ca urmare a creşterii deosebit de însemnate a puterilor de antrenare a organelor de lucru de pe acestea. La cele de mai sus se adaugă şi perfecţionarea tehnologiilor de închidere a zalelor, îmbunătăţirea caracteristicilor mecanice ale lanţurilor prin găsirea celor mai adecvate forme de zale, precum şi prin îmbunătăţiri aduse oţelului din care se confecţionează, atît în ceea ce priveşte compoziţia chimică, cît şi tratamentele termice ulterioare. Pentru exemplificare, considerăm că este suficient să ne referim la dinamica de modificare a normelor germane cuprise în DIN 22252 referitoare la lanţuri din oţel rotund foarte rezistente folosite în exploatările miniere. Astfel, tipodimensiunea cu capacitatea cea mai mare folosită pentru antrenarea plugurilor pentru cărbune era în anul 1954 cea cu diametrul profilului rotund $d = 22$ mm şi pasul zalei $t = 86$ mm, iar astăzi, tipodimensiunea cu capacitatea cea mai mare a ajuns la $d = 38$ mm şi două valori pentru pas: $t = 138$ mm şi $t = 151$ mm [8; 13]. De asemenea, normele CAER [10] prevăd tipodimensiunea cu cea mai mare capacitate cu $d = 32$ mm şi $t = 114$ mm, pentru lanţ de clasa D de rezistenţă, iar normele ISO R 610, [11], $d = 34$ mm şi $t = 126$ mm. În normele româneşti [9] tipodimensiunea de lanţ minier cu cele mai mari dimensiuni şi capacitate are $d = 18$ mm şi $t = 64$ mm, pentru lanţ de clasa C de rezistenţă.

Din cele menţionate rezultă importanţa mare pe care o au lanţurile din oţel rotund pentru industria minieră.

În aceeaşi ordine de iei, putem spune că de o deosebită importanţă este şi metodologia de calcul de dimensionare şi verificare la rezistenţă a acestora.

Este ştiut că solicitările ce iau naştere în lanţul de tractare al combinelor au un caracter variabil aleator, în care limitele forţelor se situează sub valoarea de reglare a forţei de tracţiune a mecanismelor de antrenare a combinelor. Desigur, prin măsurarea forţei de tractare, apoi prin prelucrarea statistică a datelor înregistrate, se poate efectua un calcul de verificare la rezistenţă a lanţului. Un asemenea calcul considerăm că nu este totuşi suficient deoarece ia în considerare numai pericolul de rupere a lanţului prin oboseală, care apare după o perioadă de timp îndelungată de folosire.

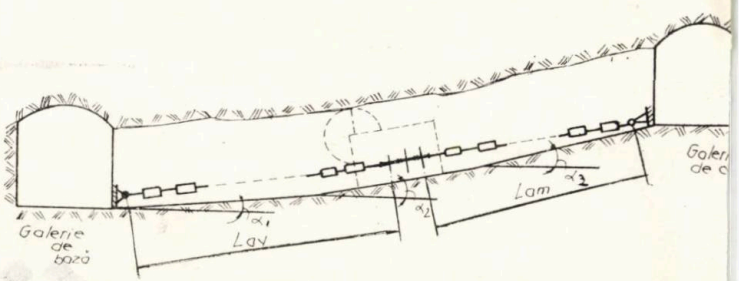


Fig. 1. Schema de principiu a unui abataj cu front lung echipat cu combină şi transportor de front.

Studiul de faţă avansează ideea că într-o lucrare minieră cu front lung pe înclinare (fig. 1), forţa elastică creată în ramura activă a lanţului de tracţiune a combinei la cursa descendentă de curăţire a frontului, prin înţepenirea accidentală a tamburilor, poate deveni foarte periculoasă, putînd duce la situaţii de rupere prin şoc a acestuia, în ramura inactivă. Acest fenomen se poate asemăna cu „efectul de praştie", care este cu atît mai periculos cu cît valoarea forţei elastice*) este mai mare, iar ramura inactivă a lanţului este de lungime mică şi nu este suficient de bine întinsă (eventual formează şi buclă).

*) Forţa elastică nu poate depăşi în valoare forţa de tracţiune a mecanismului de antrenare al combinei sau forţa de reglare din sistemele de întindere automată a lanţului decît în caz de avarie a acestora.

II. Calculul eforturilor, eforturilor specifice și deformațiilor la o za de lanț, sub acțiunea forțelor statice

1. *Calculul eforturilor*

O za de lanț formează un contur plan închis cu două axe de simetrie încărcat cu o forță care acționează în planul lui și este de trei ori static nedeterminat (fig. 2 *a*). Pentru determinarea momentelor încovoietoare, forțelor tăietoare și forțelor normale din secțiunile zalei, cînd sînt solicitate de o forță concentrată F ce acționează în planul conturului ei, se va folosi metoda Castigliano [4 ; 5].

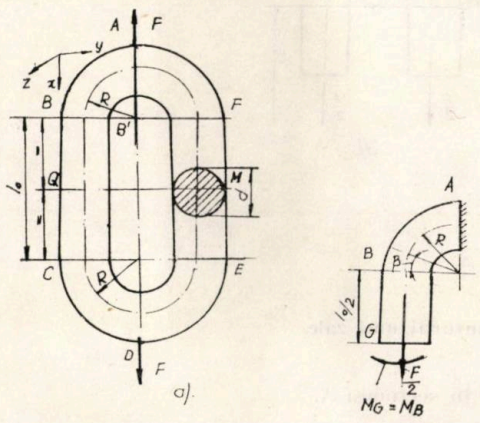


Fig. 2. *a*. Schema de principiu a unei zale. *b*. Schema de încărcare.

Din motive de simetrie față de axele AD și QM se va considera numai un sfert de za, în care se deosebesc porțiunea curbă AB și porțiunea dreaptă BQ (fig. 2 *a*).

Porțiunea curbă AB și cea dreaptă BQ se pot trata independent, considerînd capătul A încastrat (fig. 2 *b*), deoarece deformațiile și rotirile în acest punct, față de restul cadrului, se pot considera nule. La capătul Q rămîne ca singură necunoscută, static nedeterminată, momentul $M_Q = M_B$, deoarece forța tăietoare $T_Q = T_B$ este nulă (are variație sinusoidală cu maximul în punctul A, numai pe porțiunea curbă BA), iar forța normală N în secțiunea Q rezultă din condiții de simetrie și este egală cu $F/2$.

Calculul necunoscutei static nedeterminate $M_Q = M_B$ s-a realizat pe baza condiției că în punctul Q rotirea este nulă. Rotirile pentru cele două tronsoane AB și BQ sînt :

— pentru tronsonul AB :

$$\varphi'_Q = \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{M}{EI_z} \frac{\partial M}{\partial M_B} \, ds, \tag{1}$$

— pentru tronsonul BQ :

$$\varphi''_Q = \int_0^{\frac{l_0}{2}} \frac{M_B}{EI_z} \frac{\partial M_B}{\partial M_B} \, dx, \tag{2}$$

adică :

$$\varphi'_Q + \varphi''_Q = 0, \tag{3}$$

sau :

$$\int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{M}{EI_z} \frac{\partial M}{\partial M_B} \, ds + \int_0^{\frac{l_0}{2}} \frac{M_B}{EI_z} \frac{\partial M_B}{\partial M_B} \, dx = 0. \tag{3'}$$

Ținînd cont că :

$$M = \frac{FR}{2}(1 - \cos\beta) - M_B, \tag{4}$$

și :

$$ds = R d\beta, \tag{5}$$

rezultă :

$$M_B = \frac{FR}{2}\left(\frac{\pi - 2}{\pi + k_L}\right) = \frac{FR}{2}\eta, \tag{6}$$

în care :

$$k_L = \frac{l_0}{R}, \tag{7}$$

și :

$$\eta = \frac{\pi - 2}{\pi + k_L}. \tag{8}$$

2. *Diagrame de eforturi*

Calculînd valoarea momentului încovoietor în punctul B, M_B, cu relația (6) și înlocuind în relația (4), se poate găsi expresia momentului încovoietor într-o secțiune oarecare a porțiunii circulare AB :

$$M = \frac{FR}{2}\left(1 - \cos\beta - \frac{\pi - 2}{\pi + k_L}\right) = \frac{FR}{2}(\xi - \cos\beta), \tag{9}$$

în care s-a notat prin ξ :

$$\xi = \frac{k_L + 2}{\pi + k_L}. \tag{10}$$

Pentru porțiunea dreaptă BC, momentul încovoietor rămîne constant și egal cu M_B (rel. 6).

Dînd valori lui β în domeniul $[0, \pi/2]$ și lui x în intervalul $[0, l_0]$ se obține diagrama momentelor încovoietoare pe conturul jumătății zalei $ABCD$ (fig. 3 *a*).

Pentru $\beta = \frac{\pi}{2}$ rezultă momentul maxim :

$$M_{max} = M_A = \frac{FR}{2}\xi, \tag{11}$$

iar pentru $\beta = \beta_0 = \arccos \xi$, valoarea momentului se anulează, $M\beta_0 = 0$.

Forța tăietoare se manifestă numai pe porțiunile circulare de la capetele zalei (deoarece porțiunile BC și EF sînt paralele cu direcția de solicitare F) și are expresia :

$$T = \frac{F}{2} \sin \beta ; \quad 0 \leqslant \beta \leqslant \pi \tag{12}$$

Relația (16), ținînd cont că $\Delta l_{BA} = \Delta l_{CD}$ după explicitare, devine :

$$\Delta l_1 = 2 \int_0^{\frac{\pi}{2}} \left[\frac{M}{EI_z} \frac{\partial M}{\partial \left(\frac{F}{2} \right)} + \frac{N}{EA} \frac{\partial N}{\partial \left(\frac{F}{2} \right)} + \frac{T}{GA} \frac{\partial T}{\partial \left(\frac{F}{2} \right)} \right] ds. \tag{17}$$

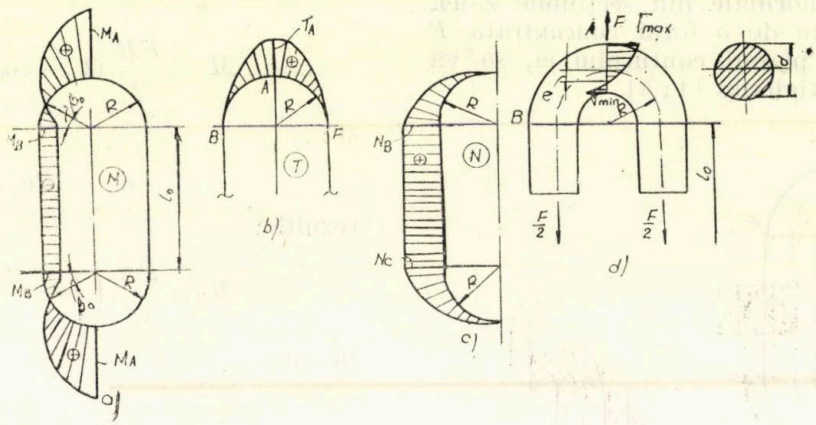


Fig. 3. *a*. Diagrama de momente pe conturul unei zale.
b. Diagrama forței tăietoare
c. Diagrama forței normale
d. Diagrama eforturilor specifice în secțiunea A.

În figura 3 *b* se arată diagrama forței tăietoare pentru o jumătate de za ; din considerente de simetrie avem :

$$T_B = T_C = T_E = T_F = 0 ; \qquad T_A = T_D = \frac{F}{2} \cdot \tag{13}$$

Forța normală are valoare maximă constantă pe porțiunile BC și EF, paralele cu direcția solicitării F, și este egală cu :

$$N_B = N_C = N_E = N_F = \frac{F}{2} \cdot \tag{14}$$

Pe porțiunile circulare ale zalei, efortul normal variază cosinusoidal și este dat de expresia :

$$N = \frac{F}{2} \cos \beta ; \quad 0 \leqslant \beta \leqslant \frac{\pi}{2} \cdot \tag{15}$$

Rezultatele de mai sus concordă întrutotul cu cele din lucrarea [14].

3. *Calculul deformațiilor*

Deformațiile pe porțiunile circulare AB și CD se calculează cu relația :

$$\Delta l_1 = \Delta l_{BA} + \Delta l_{CD}. \tag{16}$$

Deformațiile pe porțiunile BC și EF, paralele cu direcția solicitării F, se calculează cu relația :

$$\Delta l_2 = \int_0^{l_0} \frac{N_B}{EA} \frac{\partial N_B}{\partial \left(\frac{F}{2} \right)} dx. \tag{18}$$

Deformația totală a zalei pe direcția axei longitudinale AD va fi :

$$\Delta l = \Delta l_1 + \Delta l_2. \tag{19}$$

Ținînd cont de expresiile eforturilor M, T și N din relațiile (9), (12) și (15) și înlocuind

$$A = \frac{\pi d^2}{4} ; \qquad I_z = \frac{\pi d^4}{64} ; \qquad G = \frac{E}{2(1+\nu)} = \gamma E ;$$

$\gamma = \dfrac{1}{2(1+\nu)}$, după efectuarea calculelor se obține următoarea expresie finală pentru lungirea totală a zalei :

$$\Delta l = \frac{F}{Ed^2} \left\{ 32 R \left(\frac{R}{d} \right)^2 \left(\xi^2 - \frac{4}{\pi} \xi + \frac{1}{2} \right) + \right.$$

$$\left. + R \left(\frac{1+\gamma}{\gamma} \right) + \frac{2 k_L R}{\pi} \right\} \cdot \tag{20}$$

Anexă

Simboluri și notații folosite în lucrare

Simbol sau formulă	Denumirea	Formula de dimensiuni
φ	Unghi de rotire	rad.
M	Moment încovoietor	cmdaN
T	Forță tăietoare	daN
N	Forță normală	daN
R	Raza fibrei medii în partea curbă a zalei	cm
β	Unghi de poziționare	grade
ν	Coeficientul lui Poisson	—
γ	Coeficient de transformare	—
θ	Coeficient de formă	—
t	Pasul lanțului	mm
a	Lățimea interioară a zalei	mm
b	Lățimea exterioară a zalei	mm
l_0	Lungimea porțiunilor drepte ale zalei	mm
F	Forța de tracțiune din lanț	daN
G_c	Greutatea combinei	daN
$k = \frac{F}{G_c}$	Coeficient de forță	—
E	Modul de elasticitate longitudinal	daNcm^{-2}
G	Modul de elasticitate transversal	daNcm^{-2}
μ	Coeficient de frecare	—
v	Viteza de deplasare a combinei	ms^{-1}
α	Unghiul de înclinare a abatajului	grade
C_1, C_2	Constanta elastică a lanțului din ramura din aval, respectiv amonte	daNcm^{-1}
A	Aria secțiunii zalei	cm^2
L_{av}, L_{am}	Lungimea de lanț din aval respectiv amonte	m
$L = L_{av} + L_{am}$	Lungimea totală a lanțului	m
$m = \frac{L_{am}}{L_{av}}$	Coeficient de lungime	—
δ	Deformația elastică maximă a lanțului din aval	cm
x	Spațiul parcurs de combină, la un moment dat	cm
$F_x = C_1 x$	Forța elastică din lanțul din aval	daN
$\delta_{st} = \frac{G_c}{C_2}$	Deformația elastică a ramurii de lanț din amonte	cm
δ^*	Deformația elastică a ramurii de lanț din amonte, la un moment dat	cm
ψ	Coeficient de impact	—
σ_{st}, σ_{din}	Eforturi specifice static, respectiv dinamic	daNcm^{-2}
l_1	Lungimea rezervei de lanț neîntins din ramura din amonte	cm
Δl_{av}	Deformația totală a lanțului din aval	cm
a_1	Accelerația mișcării pe plan	m/s^2
g	Accelerația gravitațională	m/s^2

Notînd cu :

$$K_z = \left\{32R\left(\frac{R}{d}\right)^2\left(\xi^2 - \frac{4}{\pi}\xi + \frac{1}{2}\right) + R\left(\frac{1+\gamma}{\gamma}\right) + \frac{2k_L R}{\pi}\right\}, \qquad (21)$$

rezultă :

$$\Delta l = \frac{K_z}{E}\frac{F}{d^2}. \qquad (22)$$

În tabelul 1 sînt calculate deformațiile unei zale la solicitarea cu forța $F = 100$ kN pentru diferite lanțuri miniere ISO și DIN.

Pentru calcule imediate, expresia (20) se poate aduce la o formă simplă, făcînd următoarele înlocuiri, pentru lanțurile din tabelul 1 :

$$\nu = 0{,}3\,; \quad \gamma = 0{,}3846\,; \quad t = (3{,}54 \div 3{,}97)d\,;$$

$$a = (1{,}105 \div 1{,}21)d\,; \quad b = 2a + d = (3{,}31 \div 3{,}64)d\,;$$

$$l_0 = t - a = (2{,}43 \div 2{,}76)d\,; \quad k_L = 2{,}21 \div 2{,}72\,;$$

$$\xi = 0{,}78 \div 0{,}80\,; \quad R = (1{,}1025 \div 1{,}1050)d$$

$$E = 2{,}06 \cdot 10^4 \text{ daN/mm}^2$$

Rezultă :

$$\Delta l^* = (5{,}5 \div 5{,}8)10^{-4}\frac{F}{d^2}, \text{ mm}, \qquad (23)$$

în care : F, daN ; d, mm.

4. *Calculul eforturilor specifice*

După cum se vede din diagramele M, T, N din figura 3, solicitările cele mai mari sînt în porțiunea curbă a zalei.

Pentru determinarea eforturilor specifice din această porțiune, avînd în vedere că $R/d < 2$, se vor aplica formulele clasice de calcul, în bare curbe [4 ; 5].

Astfel :

$$\sigma = \frac{N}{A} + \frac{M}{RA} + \frac{MR}{I_0}\cdot\frac{y}{R+y}, \qquad (24)$$

Tabelul 1

Caracteristici geometrice și lungirea unei zale pentru o forță $F = 100$ kN, la diferite lanțuri miniere, ISO R *610* și DIN *22252*

$d \times t$ mm × mm	Lățimea zalei		Raza de curbură, R, mm	$l_0 = t - a$, mm	$k_L = \frac{l_0}{R}$	$\xi = \frac{k_L + 2}{\gamma + k_L}$	$\eta = \frac{\pi - 2}{\pi + k_L}$	K_z (formula 21), mm	Δl^*), pentru $F = 100$ kN (formula 22), mm
	interioară a, mm	exterioară b, mm							
22×86	26	74	24	60	2,5	0,797647	0,202352	234,86417	0,23536
24×86	28	79	26	58	2,230706	0,787506	0,212493	234,23793	0,206679
24×87,5	28	79	26	59,5	2,28846	0,789764	0,210236	241,425917	0,203467
26×92	30	86	28	62	2,21428	0,786852	0,213147	262,14678	0,188248
30×108	34	98	32	74	2,3125	0,79069	0,209309	300,31682	0,161983
34×125	37	108	35,5	89	2,50742	0,797899	0,202100	311,936545	0,147876
38×137	42	122	40	95	2,37500	0,79306	0,206938	373,5222	0,125568
38×151	42	122	40	109	2,72500	0,8054078	0,194592	388,12970	0,130479

*) S-a considerat modulul de elasticitate longitudinal $E = 2{,}06 \times 10^4$ daN/mm^2.

în care, I_0 este momentul de inerție fals calculat cu relația :

$$I_0 = \int_A \frac{R}{R+y} y^2 \, dA. \tag{25}$$

Expresia (25) se mai poate scrie și astfel :

$$I_0 = I_z \cdot \theta, \tag{26}$$

în care θ este coeficientul de formă a zalei dat de expresia :

$$\theta = 1 + \frac{d^2}{8R^2} + \frac{5}{64}\frac{d^4}{R^4} + \dots \tag{27}$$

Valoarea efortului specific în secțiunea A, pe exterior, se obține cu relația (24), în care se înlocuiesc $N = 0$, M_A, din relația (11) și $y = d/2$:

$$\sigma_A = \frac{2F\xi}{\pi d^2} + \frac{32FR^2\xi}{\pi d^4(1 + d^2/8R^2)} \cdot \frac{d/2}{R + d/2}. \tag{28}$$

Pentru porțiunile drepte BC și EF ale zalei, efortul rămîne constant și este egal cu σ_B din porțiunea curbă pentru $\beta = 0$. Expresia acestuia este (v. formula 6) :

$$\sigma_B = \frac{M_B}{W_z} = \frac{16FR\eta}{\pi d^3} + \frac{2F\xi}{\pi d^2}. \tag{29}$$

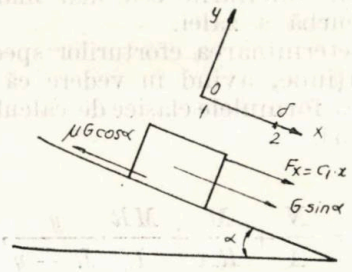


Fig. 4. Sistemul de forțe exterioare ce acționează pe combină în momentul imediat deblocării.

III. Verificarea lanțului la solicitarea dinamică prin șoc

Așa cum s-a precizat mai sus, în cele ce urmează se va considera cazul special de deplasare a combinei dinspre galeria de cap spre galeria de bază, în scopul curățirii frontului sau numai pentru o anumită manevră de poziționare a acesteia pe lungimea frontului.

Este posibil ca în aceste operații, tamburii combinei să se agațe de elementele de susținere sau de front, ducînd la tensionarea puternică a porțiunii de lanț din aval de combină și deformarea elastică a acestuia. Prin desțepenirea bruscă a combinei, energia elastică înmagazinată în ramura de lanț din aval va imprima acesteia un „efect de praștie", care poate avea consecințe dintre cele mai grave. Situațiile de înțepenire sînt favorizate și de variații ale înclinării liniei abatajului (fig. 1).

În afară de premizele menționate, se mai presupun și următoarele :

- desțepenirea combinei se produce la o valoare a forței de tracțiune a mecanismului de tractare $F = KG_c$ unde G_c este greutatea combinei și $0{,}5 \leqslant K \leqslant 2{,}16$;
- existența unei rezerve inițiale de lanț (buclă) l_1, neîntins, în ramura inactivă (din amonte) a cărei valoare poate ajunge pînă la 1 m ;
- coeficientul de frecare între combină și transportor este variabil (se pot lua valori pînă la limita $\mu = 0{,}25$).

Considerațiile teoretice de mai jos, în baza ipotezelor făcute, urmăresc determinarea efortului unitar prin șoc în ramura de lanț din amonte. În acest scop, se va studia mișcarea combinei pe linia frontului.

1. *Mișcarea accelerată a combinei sub acțiunea energiei elastice înmagazinată în ramura din aval a lanțului*

În momentul imediat deblocării combinei, ecuația de mișcare a acesteia, scrisă sub forma variației energiei cinetice, este :

$$\Delta W_{1-2} = \int_0^{\delta} (F_m - F_r) \, dx, \tag{30}$$

în care :

$$F_m = F_x + G_c \sin \alpha, \tag{31}$$

este forța motoare redusă, iar

$$F_r = \mu G_c \cos \alpha \tag{32}$$

este forța rezistentă redusă și :

$$F_x = C_1 x \; ; \; 0 \leqslant x \leqslant \delta \tag{33}$$

este forța elastică din ramura de lanț din aval.

Variația energiei cinetice prin trecerea combinei din poziția 1 (înțepenită) în poziția 2 (deplasată față de poziția 1 cu deformația δ a lanțului din aval) este :

$$\Delta W_{1-2} = \frac{mv^2}{2} = \frac{G_c v^2}{2g} \tag{34}$$

Înlocuind (34) în (30), ținînd cont de (31) și (32), se obține următoarea expresie pentru viteza combinei :

$$v = \sqrt{2g\delta\left(\frac{k}{2} + p\right)}, \tag{35}$$

în care s-au făcut următoarele înlocuiri :

$$\delta = \frac{F}{C_1} = \frac{kG_c}{C_1} \tag{36}$$

$$p = \sin \alpha - \mu \cos \alpha. \tag{37}$$

Cu relația (35) se obține viteza atinsă de combină la sfîrșitul perioadei de destindere completă a ramurii de lanț din aval, prin consumarea energiei de deformație elastică acumulată accidental de aceasta.

În condițiile de alunecare liberă, adică atunci cînd $p>0$, expresia de sub radical (relația 35) este întotdeauna pozitivă și crescătoare, combina avînd mișcare uniform accelerată.

În cazul cînd $p<0$, pentru ca viteza la sfîrșitul acestei perioade să aibă sens fizic, $v>0$, trebuie satisfăcută relația :

$$p < \frac{k}{2} \tag{38}$$

În acest caz, combina are mișcare uniform încetinită.

În cazul în care :

$$p < -\frac{k}{2}, \tag{39}$$

relația (35) nu are sens. Condiția (39) arată că energia de deformație elastică înmagazinată în ramura din aval a lanțului nu este suficientă pentru a pune în mișcare combina.

2. *Mișcarea combinei în virtutea inerției după destinderea ramurii din aval, pînă în momentul impactului*

Pentru a calcula viteza combinei în momentul impactului, utilizăm ecuația lui Galilei :

$$v' = \sqrt{v^2 + 2a_1 l_1}, \tag{40}$$

în care accelerația mișcării pe planul înclinat a_1 este :

$$a_1 = g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha) = gp. \tag{41}$$

Înlocuind (41) în (40), obținem :

$$v' = \sqrt{v^2 + 2gl_1 p}. \tag{42}$$

În funcție de semnul accelerației $a_1 = gp$ (deci în funcție de semnul lui p) avem :

— dacă $p>0$, cantitatea de sub radical este întotdeauna pozitivă și deci combina are viteză crescătoare (mișcare accelerată) ;

— dacă $p<0$, trebuie îndeplinită condiția :

$$v^2 + 2gl_1 p > 0, \tag{43}$$

căci, în caz contrar, nu se poate produce impactul, viteza combinei anulîndu-se înainte de consumarea rezervei de lanț din amonte. Din această condiție, se poate determina lungimea l_1 de lanț neîntinsă, din ramura din amonte, pentru ca să fie posibil impactul :

$$l_1 > -\frac{v^2}{2gp}. \tag{44}$$

Ținînd cont de relația (35), relația (44) capătă aspectul :

$$l_1 > \delta(1 + k/2p) \tag{45}$$

3. *Determinarea expresiei coeficientului de impact*

Pentru perioada de timp cuprinsă între momentul în care ramura din amonte este întinsă complet și momentul opririi combinei (moment care coincide cu eventuala rupere a lanțului), ecuația de mișcare a combinei este (fig. 5) :

$$\Delta W_{3-4} = \int_0^{\delta^*} (F_m - F_r)\, dx, \tag{46}$$

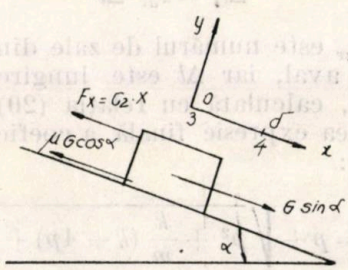


Fig. 5. Sistemul de forțe exterioare ce acționează pe combină în perioada de dinainte de impact.

în care forța motoare redusă F_m și forța rezistentă redusă F_r au expresiile :

$$F_m = G_c \sin \alpha, \tag{47}$$

$$F_r = C_2 x + \mu G_c \cos \alpha ;\ 0 \leqslant x \leqslant \delta^*. \tag{48}$$

Ținînd cont că viteza la începutul fazei de deformare elastică ($0 \leqslant x \leqslant \delta^*$) a porțiunii de lanț din amonte este v' (relația 42) și viteza la sfîrșitul fazei, este zero, relația (46) prin considerarea relațiilor (47) și (48) devine :

$$-\frac{G_c v'^2}{2g} = G_c \delta^* p - C_2 \frac{\delta^{*2}}{2} \tag{49}$$

în care δ^* este deformația elastică maximă a ramurii de lanț din amonte de combină, iar C_2 este constanta elastică a acestei porțiuni de lanț.

Rezolvînd ecuația (49) în raport cu δ^* și notînd cu :

$$\delta_{st} = \frac{G_c}{C_2}, \tag{50}$$

deformația porțiunii de lanț din amonte sub acțiunea statică a greutății combinei, se obține :

$$\delta^* = \delta_{st} p + \sqrt{\delta_{st}^2 p^2 + \frac{\delta_{st}}{g} v'^2}. \tag{51}$$

Coeficientul de impact $\psi = \delta^*/\delta_{st}$, după explicitarea vitezei v' (relația 42) și a vitezei v (relația 35), are expresia :

$$\psi = p + \sqrt{p^2 + \frac{k}{m}(k + 2p) + \frac{2l_1 p}{\delta_{st}}} \tag{52}$$

Înlocuind în expresia (52) lungimea l_1 a rezervei de lanț neîntinsă cu :

$$l_1 = l_{10} + \Delta l_t \tag{53}$$

în care prin l_{10} se înțelege lungimea inițială a rezervei de lanț neîntins din ramura din amonte, iar Δl_t lungirea elastică totală a ramurii de lanț din aval, egală cu :

$$\Delta l_t = z_{av} \cdot \Delta l \tag{54}$$

în care z_{av} este numărul de zale din ramura de lanț din aval, iar Δl este lungirea totală a unei zale, calculată cu relația (20), se obține următoarea expresie finală a coeficientului de impact ψ :

$$\psi = p + \sqrt{p^2 + \frac{k}{m}(k + 4p) + \frac{2l_{10} p}{\delta_{st}}} \tag{55}$$

Coeficientul de impact ψ, așa cum rezultă din expresia (55), este dependent, prin p, de coeficientul de frecare μ dintre papucii combinei și ramele transportorului de abataj, de raportul k dintre sarcina de tractare F și greutatea G_c a combinei, de poziția combinei pe linia abatajului (coeficientul m), de lungimea l_{10} inițială a buclei de lanț din ramura din amonte și de deformația δ_{st} a acesteia produsă de acțiunea statică a greutății combinei G_c.

Formula (55) este caracteristică solicitărilor prin șoc pe plan înclinat (conține termenul p dependent de μ și α).

Să privim mai îndeaproape relația coeficientului ψ, (55) :

- pentru $p > 0$, valoarea coeficientului de impact este mare și aceasta este o consecință a creșterii vitezei de impact (relația 42) ;
- pentru $p = 0$, relația (55) se simplifică foarte mult, căpătînd aspectul :

$$\psi = \frac{k}{\sqrt{m}} \tag{56}$$

Formula (56) corespunde deplasării combinei pe plan în jos, cu mișcare uniformă ($a_1 = g(\sin\alpha - \mu\cos\alpha) = 0$, relația (41). În acest caz coeficientul de impact depinde numai de mărimea sarcinii de șoc (forța elastică din ramura din aval), prin k, și de poziția combinei pe lungimea abatajului, prin m. Această observație ne permite să ne imaginăm că situațiile cele mai periculase în privința șocurilor provocate de „fenomenul de praștie" al ramurii de lanț din aval este mai periculos, pentru poziții ale combinei înspre galeria de cap (coeficientul m, în acest caz este subunitar, iar k, supraunitar) ;

- pentru $-\frac{k}{2} < p < 0$ (v. comentariul la relația 42) impactul este posibil, este slab, mișcarea combinei este uniform încetinită ;
- pentru $p < -\frac{k}{2}$, impactul nu mai este posibil, energia acumulată prin deformație elastică în ramura de lanț din aval nu este suficientă pentru a mișca combina.

Cu privire la ultimul termen din formula (55), se vede că depinde de p, discutat mai sus, de deformația porțiunii de lanț din amonte sub acțiunea statică a greutății combinei δ_{st} și de lungimea inițială de lanț neîntinsă l_{10}, din această porțiune.

Lungimea inițială l_{10} de lanț neîntins, din porțiunea din amonte de combină, există numai pentru pozări ale lanțului de tracțiune fără sisteme de întindere a lanțului. De exemplu, pentru schema de pozare din figura 6,

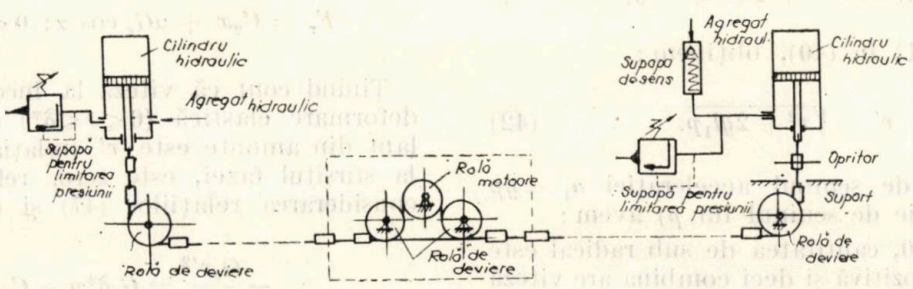


Fig. 6. Schema de legare a capetelor de lanț la suport prin sisteme de întindere automată a lanțului.

pentru combinele Ravageuse și CA—2, nu vom avea rezervă de lanț neîntinsă în partea pasivă a lanțului, sistemele hidraulice de ancorare a lanțului întind permanent lanțul și deci pentru acestea $l_{10} = 0$.

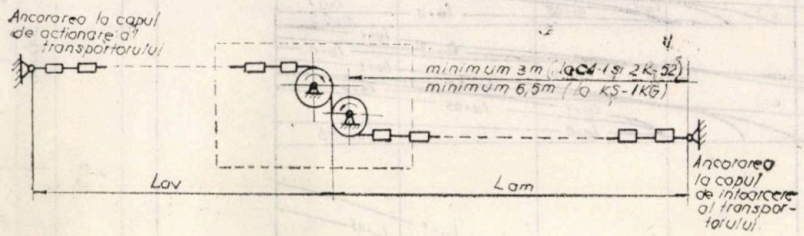


Fig. 7. Schema de legare a capetelor de lanț la suport prin legături ridige.

Pentru scheme de pozare ca cea arătată în figura 7, folosite la combinele 2K—52, KȘ—1KG și CA—1, la care lanțul de tractare se leagă direct la capetele transportorului de abataj, l_{10} poate fi diferit de zero.

Din analiza termenului $\frac{l_{10}p}{\delta_{st}}$ se poate deduce că valoarea lungimii l_{10} poate avea influență mare asupra valorii coeficientului de impact, la anumite valori ale coeficientului p, deoarece δ_{st} este mic. De aici rezultă cît de importantă este operația de întindere inițială a lanțului, precum și legarea capetelor lui la suport prin intermediul unor sisteme de întindere ca cel din figura 6.

4. *Determinarea eforturilor specifice dinamice prin șoc în lanț*

Eforturile specifice dinamice realizate prin șoc, în ramura de lanț din amonte, se determină cu expresia:

$$\sigma_{din} = \psi \sigma_{st}, \tag{57}$$

în care efortul specific σ_{st} este dat de relațiile (28) și (29) pentru $F = G_c$.

Valoarea efortului σ_{din} se compară cu valoarea efortului specific de rupere σ_r, pentru materialul lanțului. Pentru a nu se produce ruperea lanțului, trebuie satisfăcută relația:

$$\sigma_{din} < \sigma_r. \tag{58}$$

Relația (58) se poate interpreta și prin intermediul coeficientului de impact ψ. În acest scop, ținînd cont de relația (57), rezultă condiția pentru ca ruperea lanțului să nu aibă loc:

$$\psi < \psi_{max} = \frac{\sigma_r}{\sigma_{st}}. \tag{59}$$

În relația (59) efortul unitar σ_{st} se calculează cu relațiile (28) și (29) pentru $F = G_c$. Valoarea efortului unitar de rupere σ_r trebuie aleasă în funcție de gradul de folosire a lanțului. Astfel, pentru lanțuri noi, nefolosite, valoarea efortului unitar σ_r se consideră cea indicată în standarde, pentru tipodimensiunea și clasa de rezistență corespunzătoare. Pentru lanțuri folosite, valoarea din standard trebuie corectată cu un coeficient subunitar, a cărui valoare se poate stabili numai prin încercarea*) lanțului.

5. *Nomogramă pentru determinarea coeficientului de impact*

Pentru determinarea rapidă a valorii coeficientului de impact ψ, pe bază relației (55), s-a construit nomograma din figura 8.

Nomograma are două părți distincte: o parte inferioară care servește pentru determinarea valorii parametrului p, în funcție de valoarea unghiului de înclinare α și a coeficoentului de frecare μ; o parte superioară care conține 3 grupe a cîte 3 familii de curbe, care reprezintă dependența dintre ψ și p, avînd ca parametri pe m, k și l_{10} și care servește la determinarea valorii coeficientului de impact ψ, în funcție de valoarea parametrului p, determinat anterior, și parametrii m, k și l_{10}.

Utilizarea nomogramei este ilustrată prin exemplul din figura 8 pentru $\alpha = 12{,}5°$ și $\mu = 0{,}165$.

Pentru determinarea parametrului p, în partea inferioară a nomogramei, se duc paralele la axele α și μ, iar din punctul lor de intersecție se duce o paralelă la familia de drepte înclinate, pînă cînd aceasta intersectează axa p. Din acest punct se duce o verticală pînă cînd se interceptează curba corespunzătoare setului de parametri m, k și l_{10} corespunzători cazului concret (în exemplul nostru, $m = 0{,}03$; $k = 0{,}1$; $l_{10} = 1$). Ducînd din acest punct o orizontală pînă la intersecția axei ψ, găsim valoarea coeficientului de impact (în exemplu considerat, $\psi = 4, 2$).

IV. Incercări experimentale

Pentru verificarea valorilor eforturilor specifice obținute cu relațiile din paragraful II 4, s-au efectuat mai multe încercări experimentale, așa cum se arată în fotografiile din figurile 9, cu o porțiune de lanț, la care pe una din cele 8 zale ale lui au fost lipite mărci tensometrice pe exterior, în punctele *1*, *2* (la unghiul $\beta =$

* Cartea tehnică a combinei 2K—52, spre exemplu, prevede: „După o funcționare de 6 luni a lanțului, acesta se încearcă obligatoriu la rupere" (pag. 36). „Rezistența minimă este de 250 kN. Încercările trebuie repetate la fiecare 15 zile. Dacă efortul de rupere scade sub 250 kN, lanțul trebuie scos din funcțiune" (pag. 37).

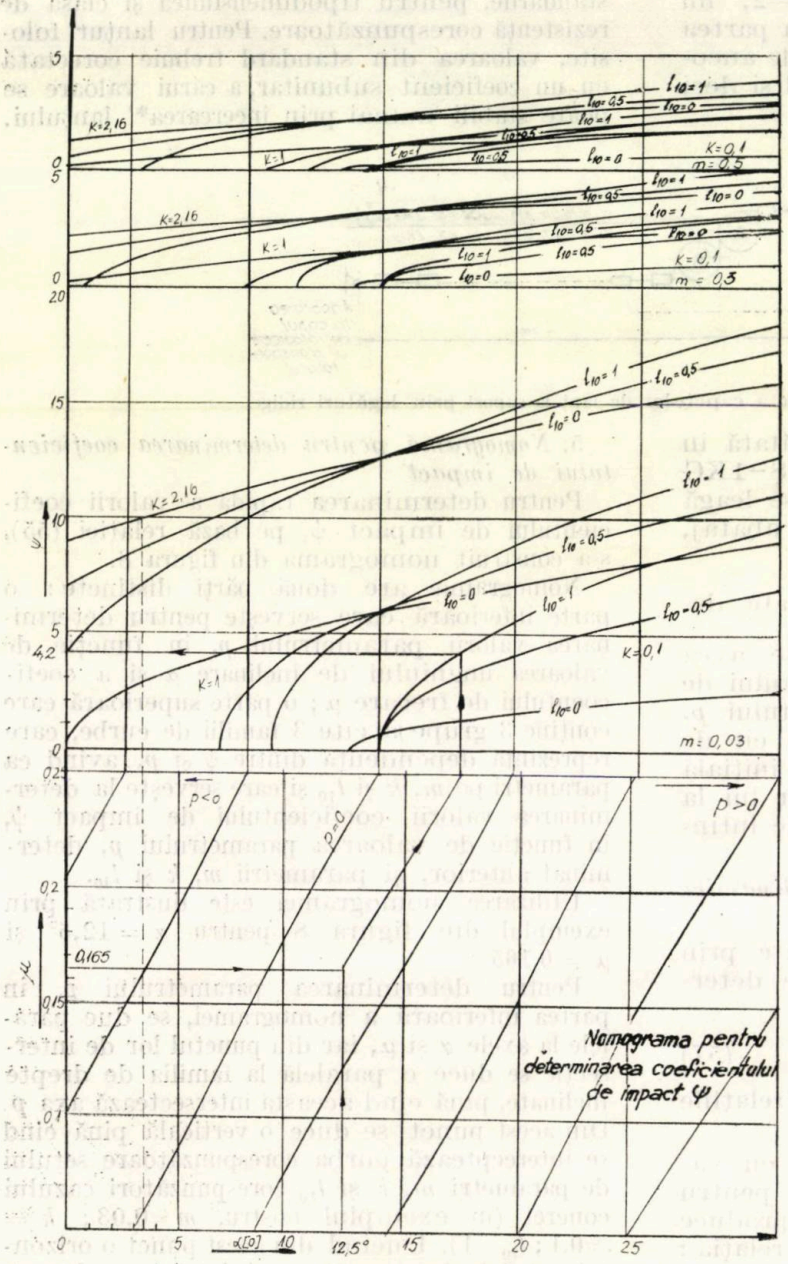


Fig. 8. Nomogramă pentru determinarea coeficientului de impact ψ.

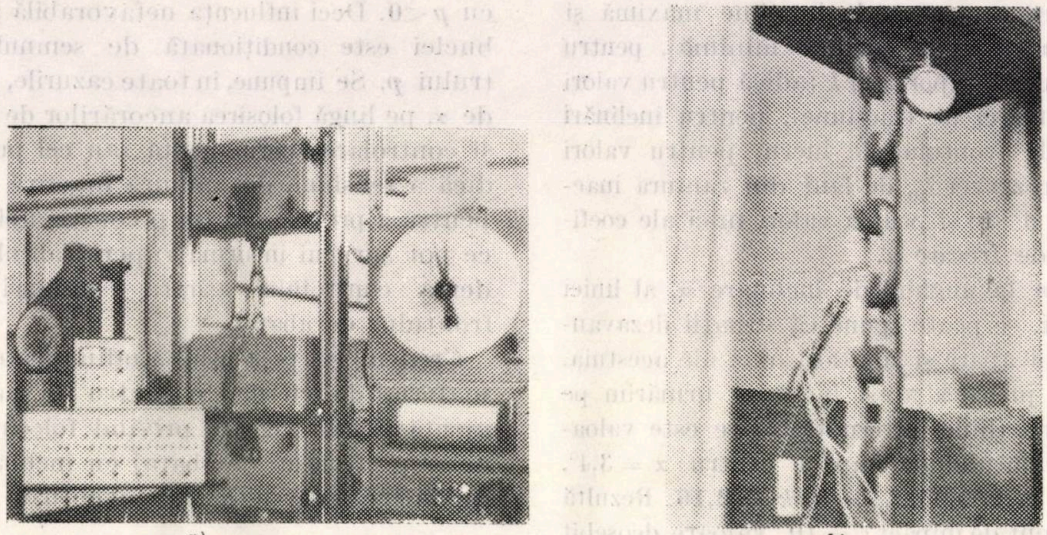
= 40°) și 5 indicate pe figura 10. Încercările experimentale s-au făcut în laboratorul de rezistența materialelor din Institutul de Mine Petroșani pe o mașină de încercat de 500 kN, efectuate în trepte de cîte 50 de kN, pînă la o sarcină maximă de 400 kN.

Rezultatele măsurătorilor sînt trecute în tabelul 2, în care sînt date, pentru comparație, valorile eforturilor unitare calculate cu relațiile din paragraful II. 4 pentru punctele 1(β=90°), 2(β=40°), 3(β=38,8°), 4(β=0°) și 5(la încovoiere), atît pe exterior, cît și pe interior.

Tabelul 2

Valori ale eforturilor unitare calculate și măsurate în diferite secțiuni ale unei zale (fig. 10)

Forța de tracțiune, F, daN	Valoarea efortului specific, daN/cm²																				$\frac{F}{2,4}$
	1 β = 90°				2 β = 40°				3 β = 38,8°				4 β = 0°				5 $l_0/2$				
	exterior		interior		exterior		interior		exterior		interior		exterior		interior		exterior		interior		
	C	M	C	M	C	M	C	M	C	M	C	M	C	M	C	M	C	M	C	M	
5 000	2 807	2 307	— 5 699		482	702	336		446	442			— 232		1 242		— 1 144	— 1 002	2 267	2 207	567
10 000	5 615	4 313	— 11 398		694	1 404	672		883	883			— 463		2 485		— 2 288	— 1 704	4 533	4 112	1 133
15 000	8 422	6 118	— 17 097		1 446	2 006	1 008		1 325	1 325			— 655		3 728		— 3 433	— 2 407	6 800	6 018	1 700
20 000	11 230	7 823	— 22 796		1 928	2 708	1 343		1 766	1 766			— 926		4 970		— 4 577	— 3 009	9 067	7 823	2 269
25 000	14 037	9 629	— 28 495		2 410	3 410	1 679		2 208	2 208			— 1 158		6 213		— 5 721	— 3 611	11 334	9 629	2 834
30 000	16 848	11 424	— 34 194		2 892	4 012	2 015		2 649	2 649			— 1 389		7 455		— 6 866	— 4 012	13 600	11 434	3 400
35 000	19 625	12 939	— 39 833		3 374	2 814	2 351		3 091	3 091			— 1 630		8 698		— 8 010	— 4 413	15 867	13 239	3 967
40 000	22 460	14 444	— 45 592		3 855	5 616	2 867		3 532	3 532			— 1 852		9 985		— 9 154	— 5 015	18 134	14 643	4 534



a) b)

Fig. 9. Vedere generală asupra standului pentru încercări experimentale :
a — vedere generală ; *b* — vedere parțială

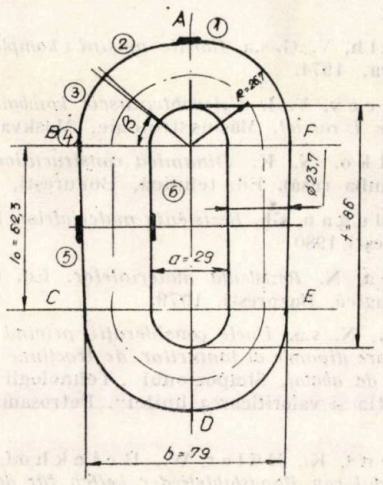


Fig. 10. Dimensiunile zalelor lanțului încercat și punctele de plasare a mărcilor tensometrice.

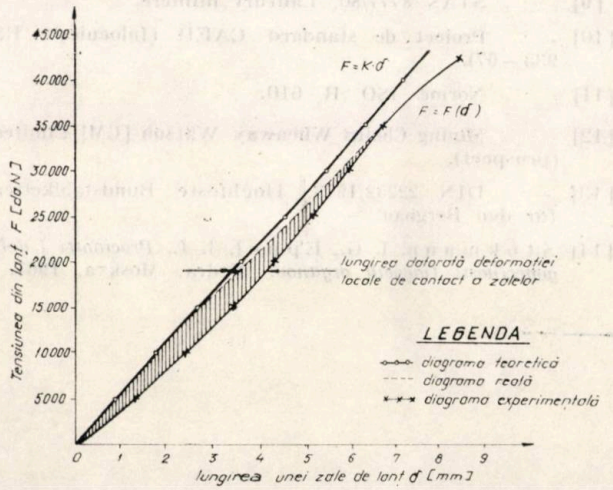


Fig. 11. Diagrama deformațiilor lanțului încercat.

Concluzii

Lucrarea de mai sus a avut ca scop :

— calculul eforturilor specifice din secțiunile zalelor de lanț minier și măsurarea celor din urmă, experimental ;

— calculul deformațiilor longitudinale într-o za de lanț la acțiunea unei forțe concentrate F situată în planul zalei și măsurarea acestora experimental ;

— verificarea lanțului minier la șoc la acțiunea sub formă de „efect de praștie" a forței elastice acumulate în ramura activă a lanțului de tractare a combinelor miniere, calcul ce pune în evidență influența diverșilor factori asupra valorilor dinamice ale eforturilor specifice din secțiunile zalei ca : raportul dintre forța de tracțiune F din lanț și greutatea combinei G_c, notat prin k, raportul dintre lungimea lanțului din ramura inactivă (partea din amonte de combină) și lungimea ramurii active (din aval de combină) notat prin m, coeficientul de frecare și unghiul de înclinare a frontului abatajului reprezentate global prin coeficientul p, deformația elastică statică a ramurii inactive de lanț δ_{st}, precum și de lungimea l_{10} a rezervei inițiale de lanț neîntins din ramura inactivă (amonte).

Din studiul efectuat, în baza premizelor menționate, s-a putut realiza o nomogramă pentru calculul imediat al coeficientului de impact (fig. 8) în funcție de parametrii p, m, k și l_{10}.

Nomograma este deosebit de sugestivă, permițînd să se constate ușor situațiile cele mai dezavantajoase. Astfel, se observă că situațiile cele mai dezavantajoase apar la valori mici ale

lui m (ramura activă de lungime maximă și ramura inactivă de lungime minimă), pentru valori mari ale raportului k (adică pentru valori mari ale forței de tracțiune), pentru înclinări α mari ale frontului de lucru, pentru valori mari ale rezervei l_{10} de lanț din ramura inactivă (cînd $p>0$) și pentru valori mici ale coeficientului de frecare μ.

Referitor la unghiul de înclinare α, al liniei abatajului, se poate spune că situații dezavantajoase pot apare și la valori mici ale acestuia. Pentru a justifica acest lucru să urmărim pe nomogramă (linie întreruptă) care este valoarea coeficientului de impact pentru $\alpha = 3{,}4°$, $\mu = 0{,}25$, $m = 0{,}03$, $l_{10} = 0$, $k = 2{,}16$. Rezultă un coeficient de impact $\psi = 10$, valoare deosebit de mare care arată că eforturile specifice dinamice $\sigma_{din} = \psi\sigma_{st}$ pot depăși cu mult limitele eforturilor specifice de rupere.

În ceea ce privește lungimea l_{10} a rezervei inițiale de lanț neîntins din ramura inactivă, se observă că ea influențează contradictoriu valorile coeficientului de impact. Pentru situațiile $p>0$, favorizează creșterea coeficientului de impact, iar pentru $p<0$, descreșterea acestuia. Astfel, pentru cazul prezentat în exemplul anterior, pentru $l_{10} = 0$ rezultă o valoare a lui ψ mai mare decît pentru $l_{10} = 0{,}5$ și $l_{10} = 1$. Acest lucru se explică prin faptul că ne aflăm în situația $p<0$, adică rezultanta forțelor pe direcția planului este negativă (îndreptată în sus). Prezența buclei în această situație permite disiparea prin frecare a energiei cinetice a combinei, fenomen care este cu atît mai pronunțat, cu cît bucla este mai lungă.

Limita dintre cele două situații este marcată de linia înclinată $p = 0$, care corespunde unui unghi de înclinare al frontului de abataj egal cu unghiul de frecare (aproximativ 6° pentru $\mu = 0{,}1$ și 14° pentru $\mu = 0{,}25$).

În concluzie, lungimea l_{10} a rezervei inițiale de lanț, din ramura inactivă, este de dorit să fie cît mai mică sau să lipsească pentru cazurile cu $p>0$ și să aibă valoare mare pentru cazurile cu $p<0$. Deci influența nefavorabilă a lungimii buclei este condiționată de semnul parametrului p. Se impune, în toate cazurile, indiferent de α, pe lîngă folosirea ancorărilor de siguranță, și controlarea permanentă sau cel puțin periodică a tensiunii din ramura inactivă a lanțului pentru a preveni din timp consecințele nedorite ce pot surveni în urma ruperii lanțului și pierderea controlului asupra combinei pe linia frontului de abataj.

Credem că prezentul studiu poate servi ca material de referință și pentru revizuirea reglementărilor în vigoare privind folosirea combinelor pe fronturi de abataj cu înclinarea mică, în vederea prevenirii unor eventuale accidente.

Bibliografie

[1] Iatkih, V. G. ș.a. *Gornie maşini i kompleksi.* Nedra, Moskva, 1974.

[2] Minicev, V. I. *Ugledobivaiuşcie kombaini, konstruirovanie i rasciot.* Maşinostroienie, Moskva, 1976.

[3] Smitko, N. K. *Dinamica construcțiilor* (traducere din limba rusă). Ed. tehnică, București, 1962.

[4] Buzdugan, Gh. *Rezistența materialelor.* Ed. tehnică, București, 1980

[5] Posea, N. *Rezistența materialelor.* Ed. didactică și pedagogică, București, 1979.

[6] Iliaș, N. s.a. *Unele considerații privind calculul de verificare dinamic al lanțurilor de tracțiune pentru combinele de abataj.* Simpozionul „Tehnologii noi pentru extracția și valorificarea huilei". Petroșani, 5–6 iunie 1981.

[7] Ahrens, K., Müler, W., Reickhof, I. *Elastizitätsmodul von Rundstahlglieder ketten für den Bergbau.* Glückauf, Forschungshefte, nr. 5, 1981.

[8] Maercks, I., Ostermann, W. *Mecanică minieră.* Ed. tehnică, București 1961.

[9] „ „ STAS 8777/80, Lanțuri miniere.

[10] „ „ Proiect de standard CAER (Inlocuiește RS 935–67).

[11] „ „ Norme ISO R 610.

[12] „ „ Mining Chains Wheaway Watson [CM] Limited (prospect).

[13] „ „ DIN 22252/1973, Hochfeste Rundstahlketten für den Bergbau.

[14] Stokmann, I. G., Eppel, I. L. *Procinosti i dolgovecinosti tiagovih organov.* Nedra, Moskva, 1967.

Studiul factorilor care influenţează creşterea vitezei de săpare a lucrărilor miniere

Dr. ing. Gh. Pavel
I.C.P.M.N. Baia Mare

I. Generalităţi

Volumul ridicat al lucrărilor de deschidere şi pregătire, care se cifrează la peste 100 000 m numai în bazinul minier Baia Mare, impune perfecţionarea continuă a parametrilor de săpare a lucrărilor miniere. Astfel, lungimea specifică de galerii este cuprinsă între 12 şi 25 m/1 000 t, cu o medie de 18 m/1 000 t, iar la suitori lungimea specifică este cuprinsă între 4 şi 14 m/1 000 t, cu o medie de 7 m/1 000 t; acest volum ridicat se datorează următorilor factori specifici fiecărui tip de zăcământ:

— forma neregulată a corpurilor de minereu;

— ponderea de rezervă scăzută ce revine pe unitate de lucrare pentru deschidere şi pregătire;

— adîncirea continuă a exploatării rezervei de minereu;

— lipsa unei metodologii de optimizare a lucrărilor de deschidere şi pregătire, corelată cu reţeaua existentă.

Tehnologiile folosite în prezent prin perforare-împuşcare realizează un pas de împuşcare în jur de 1 m, iar vitezele de săpare nu depăşesc 75 m/lună.

Pentru a putea creşte viteza de săpare a lucrărilor miniere este necesar a cunoaşte factorii care influenţează parametrii tehnologici şi corelaţia care există între aceşti factori, în vederea perfecţionării procesului tehnologic.

Aceşti factori pot fi împărţiţi în trei grupe mai importante şi anume:

- caracteristicile naturale (necontrolabile) ale masivului de roci în care se execută lucrarea minieră;
- gradul de mecanizare a principalelor operaţii la săparea lucrărilor miniere;
- parametrii dirijabili la săparea lucrărilor miniere.

Toţi acesti factori, la rîndul lor, se împart în subgrupele cuprinse în schema din figura 1.

II. **Factorii naturali cuprinşi în masivul de roci** sînt nedirijabili, dar condiţionează cele două grupe de factori mai sus amintiţi, deoarece sînt necesari a se cunoaşte sau a se prognoza pe cît posibil caracteristicile rocilor pe direcţia pe care urmează a se executa lucrarea minieră.

Modul în care aceşti factori influenţează caracteristicile fizico-mecanice ale rocilor este prezentat în schema din figura 2.

Faţă de metodele existente în determinarea factorilor naturali cuprinşi în masivul de roci, au fost investigate şi alte metode noi nedistructive. Prin încercările efectuate, în colaborare cu Institutul de învăţămînt superior Baia Mare, prin utilizarea ultrasunetelor şi măsurarea undelor longitudinale, s-a stabilit o corelaţie liniară între viteza de propagare V a acestor unde în masivul de roci şi rezistenţa

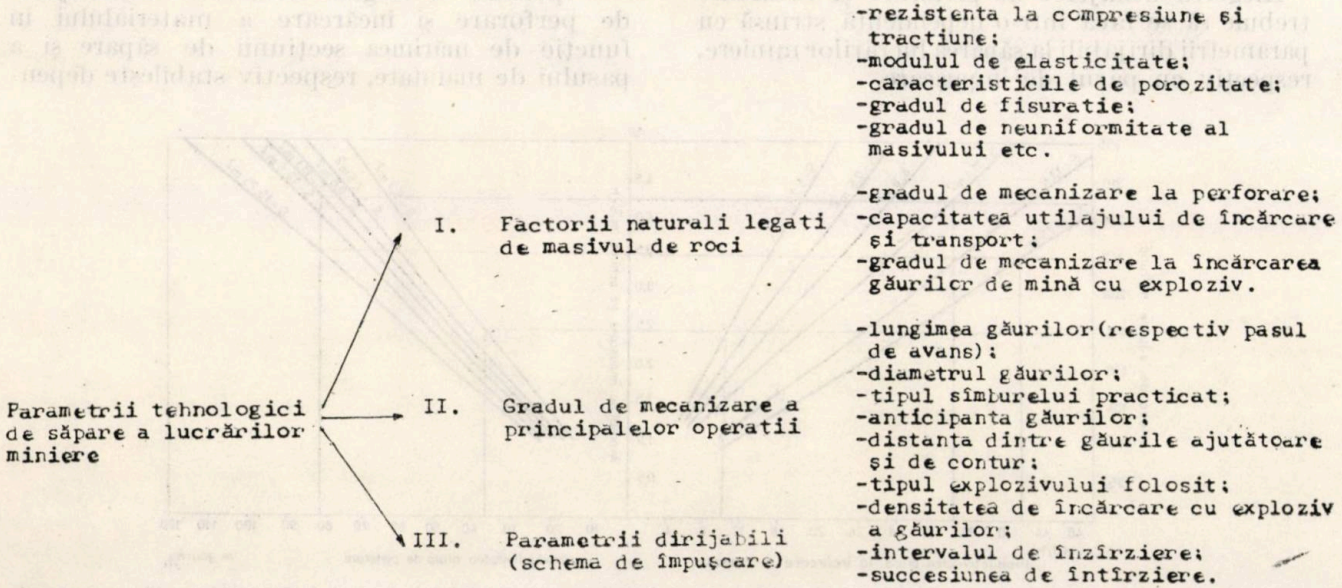


Fig. 1. Parametrii tehnologici care influenţează săparea lucrărilor miniere

la compresiune σ_c a rocilor, obținîndu-se funcția de tipul:

$$\sigma_c = 0{,}472\ V - 1\,300$$

în care valoarea lui σ_c se măsoară în daN/cm² și V în m/s.

Dar, mai trebuie să existe o corelație între cantitățile de muncă de la operația de perforare și operația de încărcare pentru a se înscrie ciclul de săpare cu saltul maxim în perioada unui schimb.

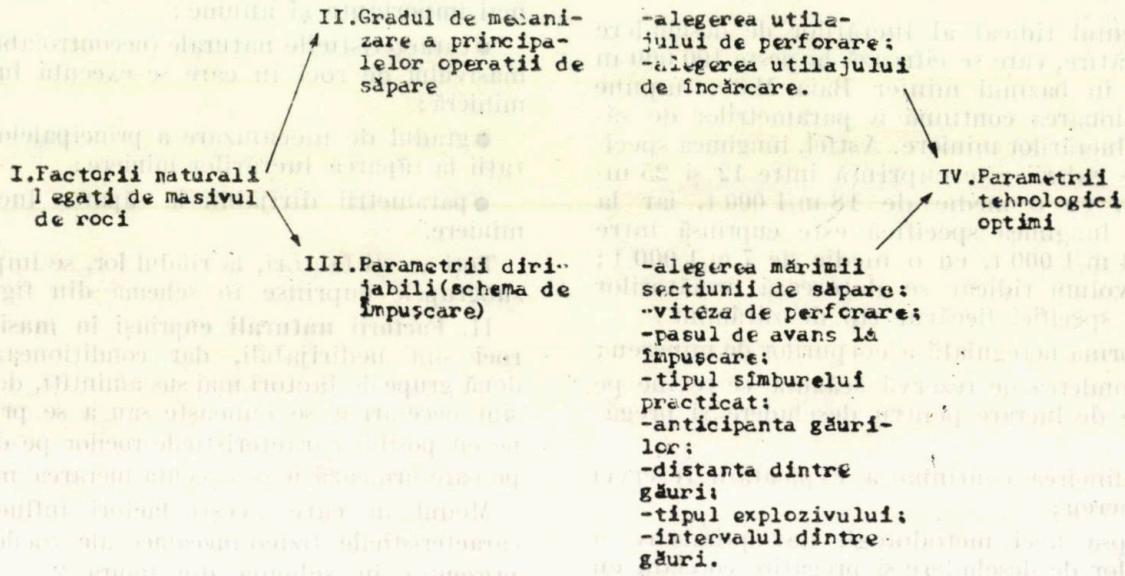


Fig. 2. Corelarea factorilor de influență pentru obținerea parametrilor tehnologici optimi

Prin încercările efectuate direct în masivul de roci prin măsurarea undelor de propagare longitudinale în timpul exploziei s-au putut prognoza unele proprietăți fizico-mecanice în acea zonă, precum și unele caracteristici dinamice importante pentru metoda de împușcare.

III. **Gradul de mecanizare a principalelor operații** este un alt factor important care influențează parametrii tehnologici de săpare.

Alegerea utilajelor de perforare și încărcare trebuie să se facă într-o dependență strînsă cu parametrii dirijabili la săparea lucrărilor miniere, respectiv cu pasul de împușcare.

Pentru alegerea unor utilaje cu anumiți parametri impuși, la diferite secțiuni a galeriei, în vederea realizării vitezei de săpare dorită, s-a întocmit o nomogramă, prezentată în figura 3, din care rezultă corespondența care există între acești parametri.

Nomograma de față prezintă unele avantaje pentru specialiștii care se ocupă cu procesul de săpare a lucrărilor miniere:

— permite o alegere obiectivă a utilajelor de perforare și încărcare a materialului în funcție de mărimea secțiunii de săpare și a pasului de înaintare, respectiv stabilește depen-

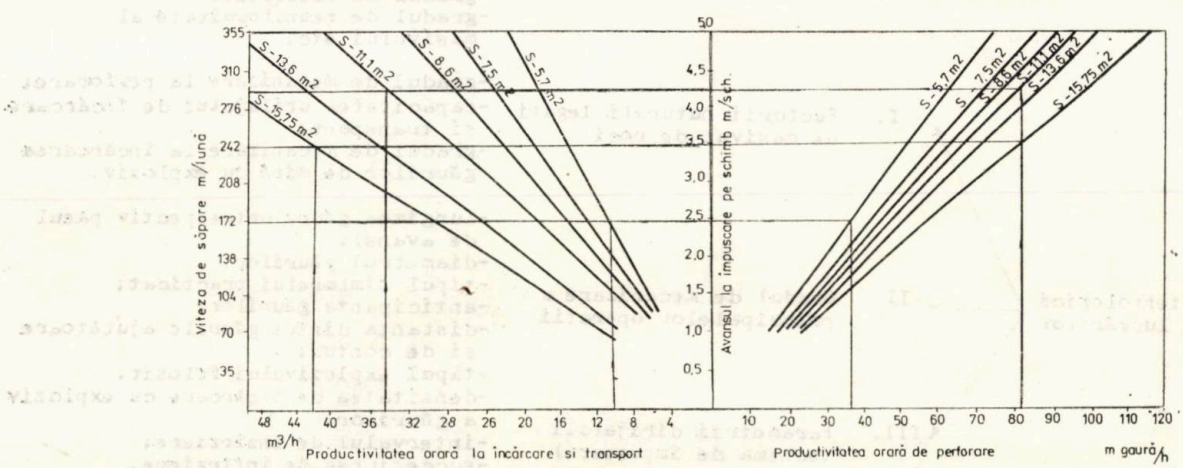


Fig. 3. Nomogramă pentru alegerea utilajului la perforarea și încărcarea materialului derocat (prin perforare-împușcare) la o viteză de săpare impusă.

dența între gradul de mecanizare și un parametru tehnologic dirijabil de săpare a lucrărilor miniere;

— indică mărimea pasului de împușcare în funcție de dotarea existentă și obligă pe executant la o mai bună organizare pentru obținerea rezultatelor scontate.

Astfel, pentru o lucrare cu secțiunea de săpare S =5,7 m², lucrînd cu un perforator cu productivitatea orară de 37 m gaură pe oră, conform nomogramei (vezi săgeata), se realizează un avans la împușcare de aproape 2,5 m/sch, respectiv o viteză de săpare de 172 m/lună, folosind o mașină de încărcat cu o productivitate de 10 m³/h.

III. Așa cum rezultă din imaginea factorilor care influențează procesul tehnologic de săpare (fig. 1), **parametrii dirijabili de perforare - împușcare** joacă și ei un rol important. În cazul în care s-a practicat un anumit pas de avans mai scăzut (P_a) atunci mărimea pasului mai eficient din punct de vedere economic (P'_a) se poate determina pornind de la relația :

$$\frac{C_p + C_{îm} + C_a}{P_a} \geqslant \frac{C'_p + C'_{îm} + C'_a}{P'_a},$$

în care :

C_p, C'_p reprezintă cheltuielile de perforare cu pasul practicat înainte, respectiv cel cu lungime mai mare;

$C_{îm}$, $C'_{îm}$ – cheltuielile de împușcare pentru pasul anterior, respectiv cu lungime mai mare;

C_a, C'_a – cheltuielile de aeraj în situația practicată anterior și aceea cu pasul mai lung.

Din această relație rezultă :

$$P'_a \geqslant \frac{P_a(C'_p + C_{îm} + C_a)}{C_p + C_{îm} + C_a}$$

Notînd cu :

$$C'_p + C'_{îm} + C_a = C'_t$$

$$C_p + C_{îm} + C_a = C_t$$

formula devine :

$$P'_a \geqslant \frac{P_a \cdot C'_t}{C_t}$$

Lungimea găurii rezultă din relația :

$$P'_a = \frac{n_g \cdot l_g}{\eta}; \quad l_g = \frac{P'_a \eta}{n_g}$$

unde :

n_g este numărul găurilor;

l_g — lungimea unei găuri;

η — randamentul de rupere.

Lungimea găurilor, respectiv pasul de împușcare, se alege în funcție de posibilitățile utilajului de perforare și încărcare. Pentru perforatoarele existente în dotare pasul se poate determina cu ajutorul nomogramei de mai sus, care asigură viteză maximă de săpare cu volum minim de cheltuieli.

Diametrul găurilor este determinat de capul de forare și se calculează în funcție de viteza de perforare și tipul de rocă în care se execută lucrarea minieră.

Astfel, diametrul găurilor este :

$$d_x = \frac{d}{\sqrt[n]{\frac{V_x}{V}}}$$

în care :

V_x este viteza de perforare la un diametru d al tăișului, cm/min;

V — viteza de tăiere la diametrul d al tăișului, cm/min;

n — constantă a cărei valoare depinde de natura rocii și tipul perforatorului, avînd valoarea cuprinsă între 1,0 și 2,5.

Tipul simburelui practicat se alege în funcție de lățimea lucrării miniere, lungimea pasului de avans și de factorii naturali ai masivului de roci în care se execută lucrarea minieră.

Astfel, pentru secțiuni cu mărimea de 6 ÷ 7 m² și pasul de avans sub 2 m este mai eficient a folosi găuri înclinate sub formă de pană simplă, pană dublă sau piramidală.

Pentru salturi cuprinse între 2 și 4 m se folosesc găuri paralele, cu forme de diferite tipuri de prisme, la care gaura centrală poate fi cu diametru mare, avînd rolul de gaură pasivă pentru degajare, sau gaură centrală cu diametru mic, care se încarcă cu exploziv.

În cazul în care folosim gaură centrală cu diametru mare, gaura următoare de inițiere se amplasează la o distanță d_1 egală cu diametrul găurii D_1 sau la maximum 1,2 D_1. Deci distanța $d_1 = (1 \div 1{,}2)\ D_1$, dar pentru siguranța de rupere este necesar ca următoarele găuri succesive cu anticipanta W să nu depășească mărimea suprafeței libere laterale.

Pentru tipuri de simburi cu găuri paralele cu același diametru D_2, distanța d_2 dintre gaura centrală care se încarcă cu exploziv și următoarea gaură nu poate depăși mărimea de (3 ÷ 5) diametrul găurilor pentru roci tari, $d_2 = (3 \div 5)\ D_2$.

Acțiunea undelor detonante, atît în mediu comprimat, cît și în cazul în care este creată o suprafață liberă laterală, este reprezentată în figura 4.

Limitele acestor mărimi a liniei de minimă rezistență la amplasarea găurilor succesive se determină prin măsurări ale tensiunilor sau prin alegerea experimentală a anticipantei optime.

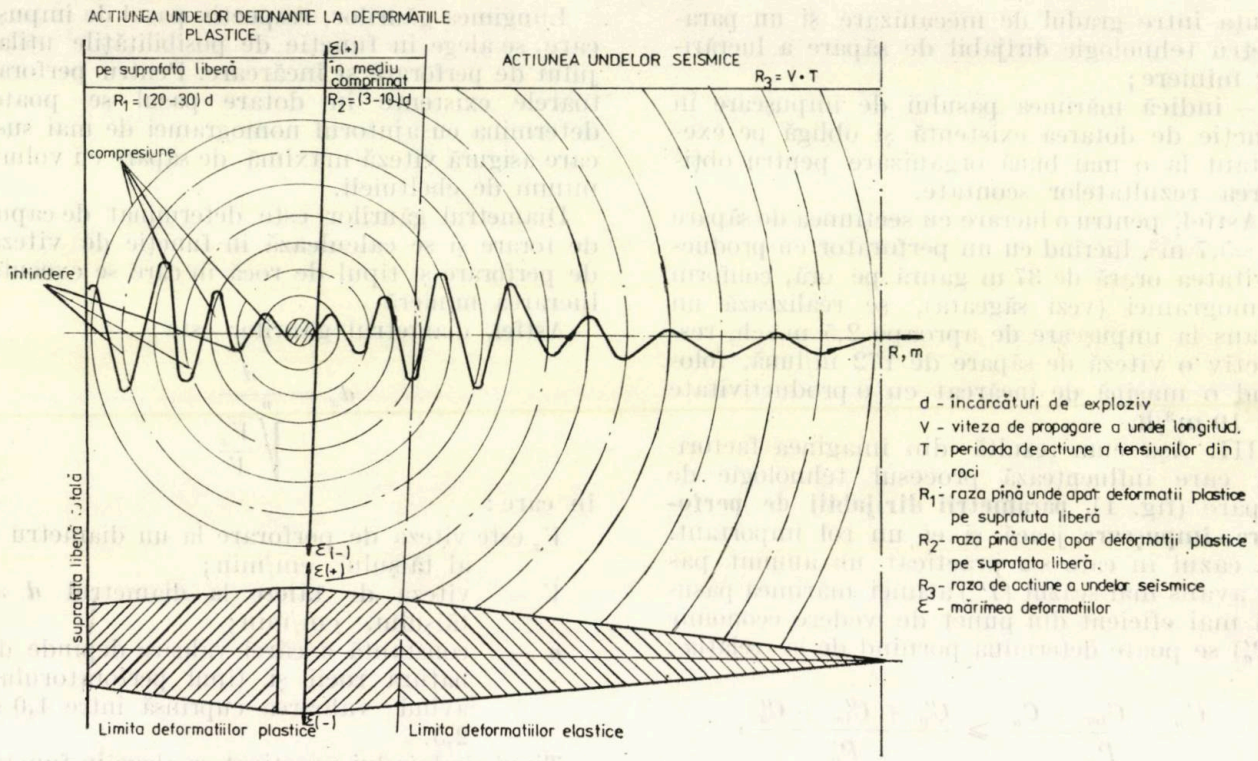


Fig. 4. Limitele de acțiune a undelor de tensiune în urma exploziilor în roci

Alegerea unei anticipante reduse conduce la împrăștieri mari a materialului în urma exploziei, producînd unde seismice suplimentare în atmosfera minei și în masiv, precum și un consum ridicat de exploziv și de gaură de mină.

În cazul în care anticipanta este mai mare, peste posibilitățile de rupere ale explozivului, transformarea energiei explozivului în energie seismică este ridicată (peste 80%), ceea ce poate produce unele avarii în jurul lucrării miniere.

Din experimentări și măsurări efectuate s-a stabilit că limita maximă a anticipantei este determinată de:

— caracteristicile fizico-mecanice ale rocilor;

— mărimea suprafeței libere laterale;

— densitatea de încărcare cu exploziv a găurii de mină.

Efectuînd măsurări tensometrice în timpul exploziei s-a determinat mărimea medie a deformațiilor de rupere pentru tipurile de roci de la exploatările miniere Herja și Baia Sprie care este $\varepsilon_m = 1\,500\ \mu/m$.

Variația deformațiilor în funcție de distanța la încărcătura cu exploziv cu o densitate medie este prezentată în figura 5. Așa cum rezultă și din figura 4, raza R pînă la care apar deformațiile plastice pe suprafața liberă este de maxim 30 d.

Mărimea suprafeței libere laterale este un alt factor care determină anticipanta maximă de rupere în cazul săpării lucrărilor miniere, fie verticale, fie orizontale. Variația acestei anticipante, în funcție de mărimea suprafeței libere laterale, este reprezentată tot pe nomograma din figura 5.

Distanța dintre găurile ajutătoare d_a poate varia în funcție de anticipanta W, astfel $d_a = (0{,}8 \div 1{,}3)\ W$.

Pentru obținerea unui contur geometric regulat al lucrărilor miniere și un număr redus de fisuri în pereții acestor lucrări, se alege distanța dintre găurile de contur d_c în funcție de anticipanta maximă W la aceste găuri, cu relația $d_c = (0{,}5 \div 0{,}9)W$. Densitatea încărcăturii cu explozivi va fi mai redusă cu $25 \div 35\%$ față de găurile cu încărcătură normală.

Pornind de la acești factori de amplasare a găurilor de sîmbure, ajutătoare și de contur, pentru pasuri cu avansuri cuprinse între 2 și 5 m, se pot elabora monografii de împușcare cu un număr minim de găuri pentru diferite mărimi ale secțiunilor de săpare ale lucrărilor miniere. Această corelație dintre numărul de găuri paralele și secțiunea de săpare a galeriilor și suitorilor pentru rocile din bazinul minier Baia Mare este reprezentată în figura 6.

Pentru rocile din bazinul minier Baia Mare, în cazul în care tensiunile produse de exploziile succesive se suprapun, intervalul de întîrziere trebuie să fie mai mic de 80 ms. Acest interval a rezultat din măsurările tensometrice efectuate în momentul exploziei din masivul de roci și prezentate în figura 7.

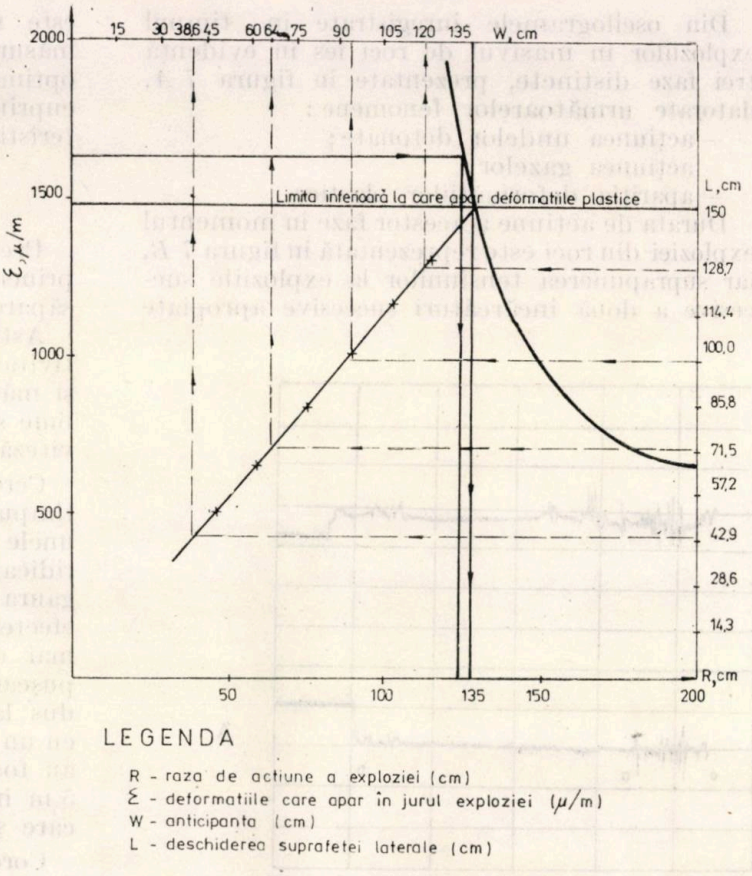


Fig. 5. Determinarea deformației ε în funcție de raza de acțiune R la explozia din roci, precum și a mărimii anticipantei W în funcție de deschiderea suprafeței laterale L

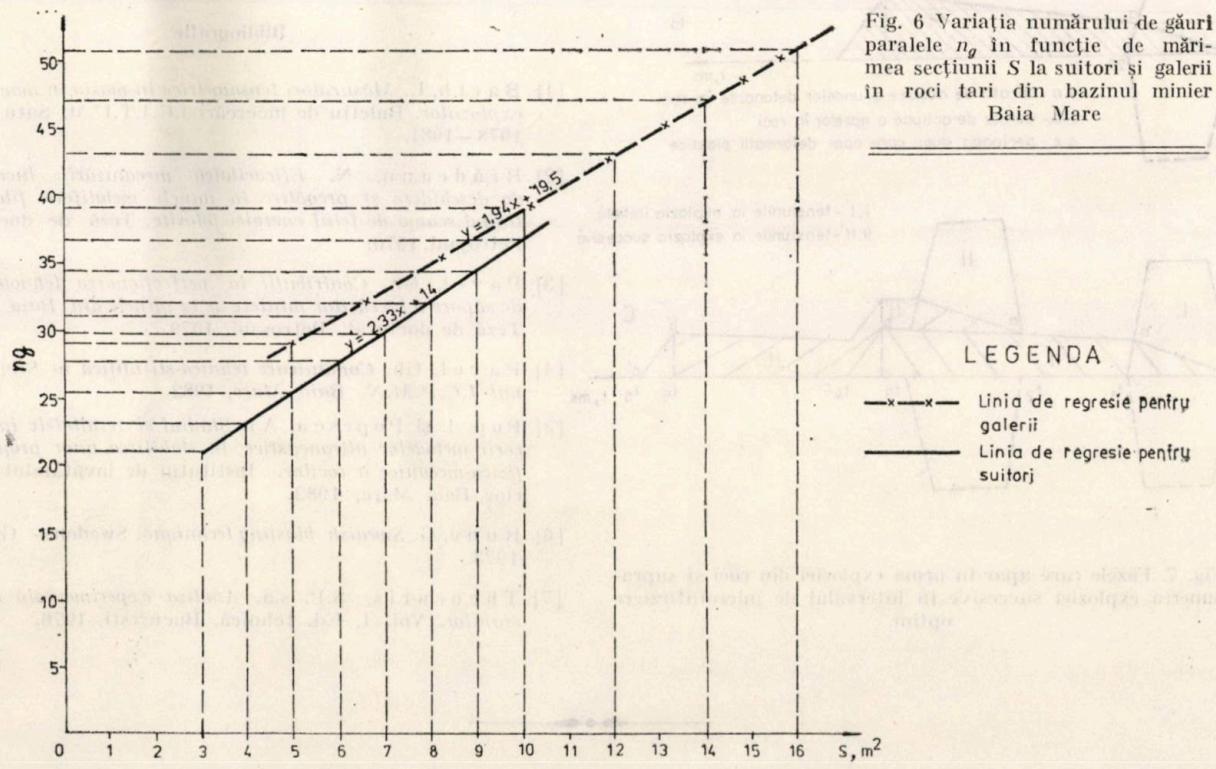


Fig. 6 Variația numărului de găuri paralele n_g în funcție de mărimea secțiunii S la suitori și galerii în roci tari din bazinul minier Baia Mare

Din oscilogramele înregistrate în timpul exploziilor în masivul de roci ies în evidență trei faze distincte, prezentate în figura 7 *A*, datorate următoarelor fenomene :

— acțiunea undelor detonate ;
— acțiunea gazelor ;
— apariția deformațiilor plastice.

Durata de acțiune a acestor faze în momentul exploziei din roci este reprezentată în figura 7 *B*, iar suprapunerea tensiunilor la exploziile succesive a două încărcături succesive apropiate este reprezentată în figura 7*C*. Din aceste măsurări și reprezentări rezultă că perioada optimă la exploziile succesive trebuie să fie cuprinsă între 25 și 60 ms, în funcție de caracteristicile fizico-mecanice ale rocilor.

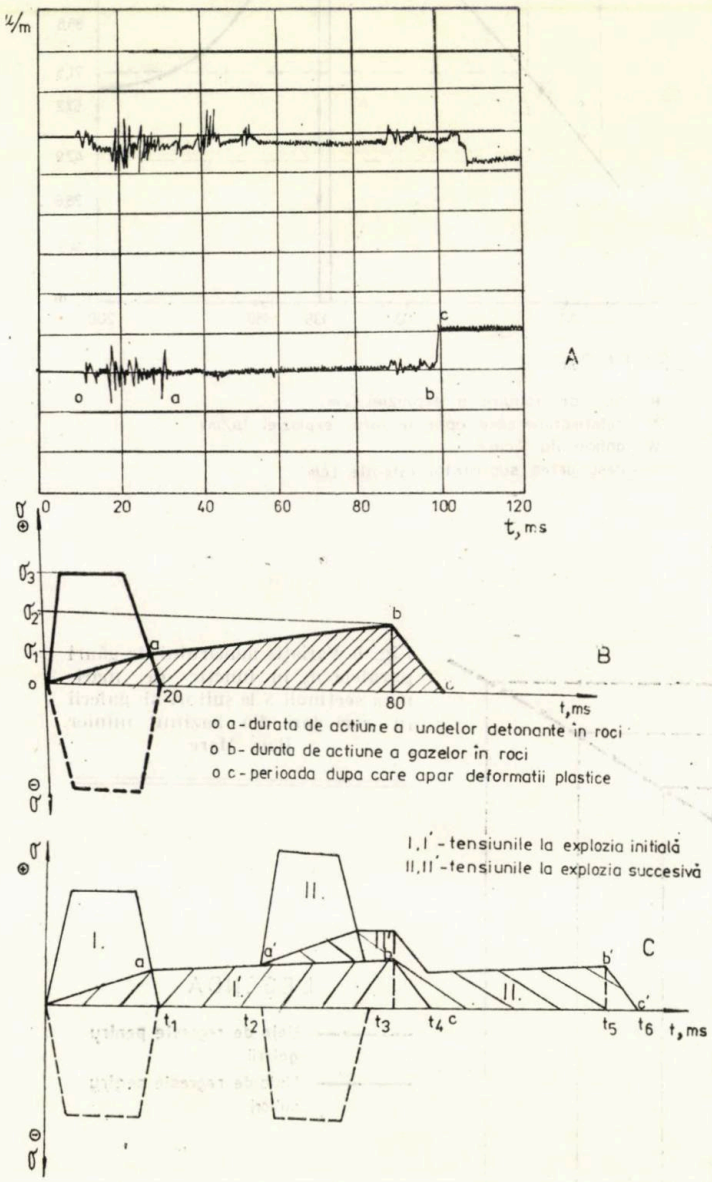


Fig. 7. Fazele care apar în urma exploziei din roci și suprapunerea exploziei succesive în intervalul de microîntîrziere optim.

Concluzii

Prezentul articol pune în evidență factorii principali care concură la creșterea vitezei de săpare a lucrărilor miniere.

Astfel, există o corelație strînsă între productivitatea la perforare, capacitatea la încărcare și mărimea pasului de împușcare, de care trebuie să se țină seama pentru a putea realiza o viteză maximă de săpare a galeriilor.

Cercetările și experimentările efectuate în timpul exploziei din roci au pus în evidență unele fenomene care se produc cu o viteză ridicată în jurul încărcăturilor de exploziv din gaura de mină. Determinarea cantitativă a efectelor acestor fenomene permite stabilirea mai exactă a parametrilor de perforare-împușcare. De asemenea, aceste cercetări au condus la elaborarea unor scheme de împușcare cu un număr minim de găuri. Cu aceste scheme au fost realizate pasuri de împușcare pînă la 5 m în galerii, iar în suitori pasuri de împușcare și mai ridicate.

Corelațiile dintre principalii parametri ne permit alegerea optimă a acestor parametri, în concordanță cu posibilitățile utilajelor existente în țară și pe plan mondial.

Bibliografie

[1] Barth, L. *Măsurători tensometrice în masiv în momentul exploziilor.* Buletin de încercări I.C.I.T.U.M. Satu Mare 1978 – 1981.

[2] Brădeanu, N. *Eficacitatea mecanizării lucrărilor de deschidere și pregătire în minele metalifere filoniene ținînd seama de felul energiei folosite.* Teză de doctorat, Petroșani, 1970.

[3] Pavel, Gh. *Contribuții la perfecționarea tehnologiilor de săpare a lucrărilor miniere de la minele din Baia Mare.* Teză de doctorat, Petroșani, 1979.

[4] Pavel, Gh. *Comunicare tehnico-științifică la Simpozionul I.C.P.M.N. Baia Mare,* 1982.

[5] Pop, I. și Popescu, Al. *Studiul și rezultatele introducerii metodelor ultraacustice în stabilirea unor proprietăți fizico-mecanice a rocilor.* Institutul de învățămînt superior Baia Mare, 1982.

[6] Rune, G. *Swedish blasting technique.* Sweden – Gytorp, 1973.

[7] Theocaris, S.P. ș.a. *Analiza experimentală a tensiunilor.* Vol. I, Ed. tehnică, București, 1976.

Dinamica mişcării granulelor minerale în separatoare electrice pe traiectorii curbilinii

Prof. dr. doc. ing. I. Constantinescu
asist. ing. R. Sârbu
Institutul de Mine Petroşani

Importanţa crescîndă ce se acordă în ultimii ani metodelor electrice de preparare se explică prin rezultatele deosebite ce se obţin la prelucrarea diferitelor substanţe minerale. Astfel, metodele electrice de preparare îşi găsesc aplicabilitate, ca operaţie independentă, la concentrarea minereurilor neferoase, nemetalifere, a minereurilor metalifere rare, a nisipurilor metalifere, a cărbunilor de granulaţie grosieră sau măruntă etc. sau ca operaţie de control la finisarea concentratelor obţinute prin diverse alte metode.

Separarea diverselor specii minerale se realizează într-un cîmp electric de înaltă tensiune, în care particulele se încarcă cu sarcini electrice, de mărimi variabile, în funcţie de permeabilitatea lor dielectrică, prin diferite procedee cum ar fi : ionizarea (descărcarea prin efect corona), electrizare prin frecare, inducţie, contact direct, încălzire, precum şi combinaţii ale metodelor de mai sus [1]. Încărcarea particulelor cu electricitate este determinată de proprietăţile electrice ale mineralelor şi anume de diferenţa de conductibilitate, constanta dielectrică, posibilităţile de electrizare prin frecare a diferitelor componente ale minereului supus preparării etc.

O separare netă a diferitelor substanţe minerale se obţine numai în cazul preclasării materialului în limite granulometrice strînse şi la diferenţe apreciabile ale conductibilităţii electrice. Cu scopul de a mări eficienţa separării, se poate electriza în prealabil materialul brut cu sarcini electrice de semn contrar sarcinii electrodului separatorului. În acest caz, particulele bune conducătoare de electricitate, în momentul contactului cu electrodul încărcat, îşi schimbă semnul sarcinilor şi sînt respinse, iar particulele dielectrice sînt atrase de electrod.

Unul dintre separatoarele cel mai frecvent întîlnite în practică [2] este reprezentat în figura 1, constituit din electrodul cilindric *1* legat la pămînt, electrodul aciform *2*, electrodul sub formă de conductă *3*, umplută cu gaz inert (neon, argon sau heliu), pîlnia de alimentare *4*, alimentatorul *5*, pîlniile de captare ale produselor finite *6*, peria rotativă *7* şi placa de ecranizare *8*. Electrozii *2* şi *3* se încarcă cu sarcini electrice negative la o diferenţă de potenţial de 15—20 kV. Electrodul cu gaze are menirea de a mări şi mai mult devierea particulelor bune conducătoare de electricitate de la tamburul rotativ, mărindu-se astfel eficacitatea separării.

Aparatele de acest tip, pentru un diametru al tamburului de 200 mm şi o viteză de rotaţie de 30 rot/min, asigură un debit de prelucrare

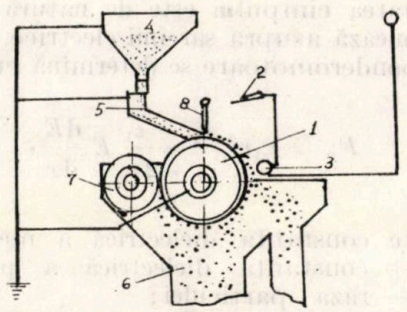


Fig. 1. Schema separatorului electrostatic cu electrod cu gaz inert

de 1—1,2 t/h, în cazul separării rutilului (TiO_2) de zirconiu ($Zr\,Si\,O_4$), şi de pînă la 9 t/h în cazul separării aluminei (Al_2O_3) de carborund (Si C), cu obţinerea unui concentrat de aluminiu de 98% Al_2O_3 [3].

Transportul materialului la aceste separatoare se realizează pe suprafaţa electrodului cilindric *1* pus la un potenţial negativ. După cum se poate urmări şi în figura 2, sub influenţa

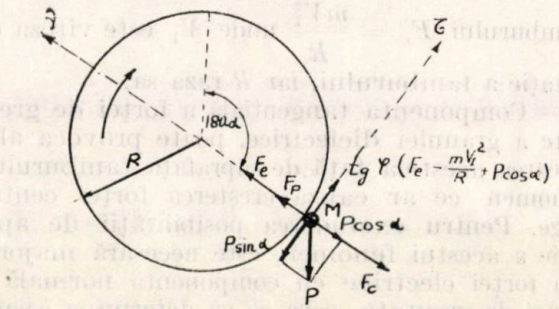


Fig. 2. Acţiunea forţelor asupra granulei în separatoare cu traiectorie curbilinie a granulelor

forţelor electrice granulele dielectrice se vor alipi de suprafaţa tamburului, fiind astfel deviate din drumul comun al materialului brut, în timp ce granulele bune conducătoare de electricitate sînt respinse de electrod. Asupra unei

granule dielectrice M vor acționa următoarele forțe.

— Greutatea granulei $P = mg$;

— Forța F_e cu care cîmpul acționează asupra particulei încărcate cu electricitate, forță care este proporțională cu mărimea sarcinii q și cu intensitatea cîmpului electric E, ce se determină cu relația :

$$F_e = q \cdot E.$$

— Forța ponderomotoare F_p a cîmpului electric care este o forță condiționată de cîmpul electric ce acționează asupra sarcinilor și corpurilor situate în acest cîmp. Forța ponderomotoare (de la cuvîntul latin pondus-greutate) este deci o forță mecanică obișnuită, în timp ce intensitatea cîmpului este de natură electrică și acționează asupra sarcinii electrice. Mărimea forței ponderomotoare se determină cu relația :

$$F_p = \varepsilon_1 r^3 \frac{\varepsilon_2 - \varepsilon_1}{\varepsilon_2 + 2\varepsilon_1} E \frac{dE}{dx},$$

unde :

ε_1 este constanta dielectrică a mediului;
ε_2 — constanta dielectrică a particulei;
r — raza particulei;
E — intensitatea cîmpului electric;
$\frac{dE}{dx}$ — gradientul intensității cîmpului.

Forțele de atracție sau respingere coulombiene, în cazul particulelor de dimensiuni mici, depășesc mărimea forțelor ponderomotoare de sute de ori, astfel încît în anumite calcule acestea din urmă pot fi neglijate.

— Componenta tangențială a forței de greutate față de tambur, $P \sin \alpha$.

— Componenta normală a forței de greutate a granulei minerale $P \cos \alpha$, unde α este unghiul ce determină poziția granulei pe suprafața tamburului.

— Forța centrifugă normală pe suprafața tamburului $F_c = \frac{mV_1^2}{R}$ unde V_1 este viteza de rotație a tamburului, iar R raza sa.

— Componenta tangențială a forței de greutate a granulei dielectrice, poate provoca alunecarea acesteia față de suprafața tamburului, fenomen ce ar cauza creșterea forței centrifuge. Pentru excluderea posibilității de apariție a acestui fenomen, este necesară majorarea forței electrice cu componenta normală a forței de greutate, ceea ce va determina apariția unei forțe de frecare, ce acționează în sens contrar forței tangențiale, și care este egală cu :

$$\left(F_e - \frac{mV_1^2}{R} + P \cos \alpha\right) \operatorname{tg} \varphi,$$

în care $\operatorname{tg} \varphi = \mu$ reprezintă coeficientul de frecare între granulă și tambur.

Ecuațiile diferențiale ale mișcării particulei pot fi scrise proiectînd ecuația diferențială vectorială a mișcării punctului legat pe tangenta și pe normala la traiectorie :

$$m\bar{a} = \bar{F} + \bar{R}' \qquad (1)$$

unde :

$\bar{F}$ este rezultanta forțelor direct aplicate;
$\bar{R}'$ — reacțiunea.

Astfel :

$$mR\ddot{\alpha} = -P \sin \alpha + \left(F_e - \frac{mV_1^2}{R} + P \cos \alpha\right) \operatorname{tg} \varphi, \qquad (2)$$

și :

$$mR\dot{\alpha}^2 = -P \cos \alpha + F_e. \qquad (3)$$

Am neglijat acțiunea forței ponderomotoare față de cea coulombiană. Eliminăm între aceste ecuații pe F_e și obținem ecuația diferențială :

$$R \frac{d\dot{\alpha}^2}{d\alpha} = 2g(\cos \alpha \operatorname{tg} \varphi - \sin \alpha) - \frac{2V_1^2}{R} \operatorname{tg} \varphi + 2R \operatorname{tg} \varphi \cdot \dot{\alpha}^2, \qquad (4)$$

căci :

$$\frac{d\dot{\alpha}^2}{d\alpha} = \frac{\frac{d\dot{\alpha}^2}{dt}}{\frac{d\alpha}{dt}} = 2\ddot{\alpha}. \qquad (5)$$

Aceasta este o ecuație diferențială de ordinul întîi, de forma :

$$\frac{dy}{dx} + P(x)y + Q(x) = 0,$$

a cărei soluție generală este dată de :

$$y = e^{-\int P(x)dx}\left[C - \int Q(x) \cdot e^{\int P(x)dx} dx\right].$$

La noi $y = \dot{\alpha}^2$ și $x = \alpha$, iar

$$P(\alpha) = -2 \operatorname{tg} \varphi \text{ și } Q(\alpha) = -\frac{2g}{R}(2 \cos \alpha \operatorname{tg} \varphi - \sin \alpha) + \frac{2V_1^2}{R^2} \operatorname{tg} \varphi.$$

Efectuînd calculele obținem soluția generală a ecuației diferențiale (4) :

$$\dot{\alpha}^2 = e^{2\alpha \operatorname{tg}\varphi}\left\{C + \frac{2ge^{-2\alpha \operatorname{tg}\varphi}}{R(1 + 4\operatorname{tg}^2\varphi)}[4 \operatorname{tg}\varphi \sin \alpha + \cos \alpha(1 - 4\operatorname{tg}^2\varphi)] + \frac{V_1^2}{R^2} e^{-2\alpha \operatorname{tg}\varphi}\right\}, \qquad (6)$$

unde e este baza logaritmilor naturali.

Constanta arbitrară C se găsește cu ajutorul condițiilor inițiale:

$$\alpha\Big|_{t=0} = 0 \text{ și } \dot{\alpha}\Big|_{t=0} = 0 \tag{7}$$

și anume:

$$C = \frac{2g}{R(1 + 4\mathrm{tg}^2\varphi)}(4\,\mathrm{tg}^2\varphi - 1) - \frac{V_1^2}{R^2} \tag{8}$$

Calculăm valoarea forței electrice F_e din ecuația (3) introducînd valoarea lui $\dot{\alpha}^2$ din (6) și obținem:

$$F_e = P\cos\alpha + mRe^{2\alpha\,\mathrm{tg}\varphi} \cdot$$

$$\cdot \left\{ \frac{2g}{R(1 + 4\,\mathrm{tg}^2\varphi)}(4\,\mathrm{tg}^2\varphi - 1) - \frac{V_1^2}{R^2} + \right.$$

$$+ \frac{2ge^{-2\alpha\,\mathrm{tg}\varphi}}{R(1 + 4\,\mathrm{tg}^2\varphi)}[4\mathrm{tg}\,\varphi\sin\alpha + \cos\alpha(1 - 4\,\mathrm{tg}^2\varphi)] +$$

$$\left. + \frac{V_1^2}{R^2} e^{-2\alpha\mathrm{tg}\,\varphi} \right\} \tag{9}$$

Dacă înmulțim ecuația (6) cu R^2, obținem pătratul vitezei granulei în mișcare în funcție de unghiul α, întrucît V_1 și φ sînt constante.

Pentru ca granulele să nu alunece pe suprafața de separare este necesar ca:

$$F_e - \frac{mV_1^2}{R} + P\cos\alpha \geqslant P\sin\alpha.$$

Folosind această inegalitate se poate determina, cu aproximație, forța electrică pentru a reține granula pe suprafața tamburului rotativ:

$$F_e \geqslant \frac{mV_1^2}{R} - P\cos\alpha + \frac{P\sin\alpha}{\mathrm{tg}\,\varphi} =$$

$$= \frac{mV_1^2}{R} + \frac{P\sin(\alpha - \varphi)}{\sin\varphi}. \tag{10}$$

Considerînd unghiul critic la care se poate desprinde granula de pe suprafața tamburului $\alpha = 90°$, din egalitatea (10) se poate calcula viteza limită de rotație a tamburului:

$$V_1 \leqslant \sqrt{\frac{R\left[F_e - \dfrac{P\sin(\alpha - \varphi)}{\sin\varphi}\right]}{m}}. \tag{11}$$

Valoarea exactă a unghiului α, la care se produce desprinderea granulei de pe tambur, se determină din ecuația:

$$P\cos\alpha + mRe^{2\alpha\,\mathrm{tg}\,\varphi}\left\{\frac{2g}{R(1 + 4\,\mathrm{tg}^2\varphi)}(4\mathrm{tg}^2\varphi - 1) - \right.$$

$$- \frac{V_1^2}{R^2} + \frac{2ge^{-2\alpha\,\mathrm{tg}\,\varphi}}{R(1 + 4tg^2\varphi)}[4\mathrm{tg}\,\varphi\sin\alpha +$$

$$\left. + \cos\alpha(1 - 4\mathrm{tg}^2\varphi)] + \frac{V_1^2}{R^2} e^{-2\alpha\,\mathrm{tg}\,\varphi}\right\} = 0, \tag{12}$$

obținută prin anularea forței electrice F_e.

Cunoașterea exactă a acestui unghi are o deosebită importanță practică, deoarece permite amplasarea pîlniilor colectoare pentru produsele finite în locul unde are loc desprinderea granulelor.

Concluzii

Studiul interacțiunii forțelor care acționează asupra granulelor minerale în separatoare electrostatice și rezolvarea ecuației de mișcare a acestora permite determinarea unor parametri constructivi și funcționali de mare importanță practică, ca de exemplu: forța electrică necesară reținerii particulelor dielectrice și devierii celor bune conducătoare de electricitate, viteza limită de rotație a tamburului, care la rîndul ei determină debitul de prelucrare al separatorului și, în final, unghiul la care se produce desprinderea granulei minerale de pe suprafața tamburului.

Metodologia prezentată poate fi aplicată și în cazul altor separatoare la care mișcarea granulelor are loc pe traiectorii curbilinii, schimbînd F_e cu forța care acționează în fiecare caz în parte.

Bibliografie

[1] Delou, I. F. *Theorie de la separation electrostatique à l'aide de l'effect corona.* Revue de l'industrie minerale, 1966.

[2] Olofinski, N. F. *Elektriceskie metodi obogașcenia.* Gosgortehizdat, Moscova 1980.

[3] Krausz, S. s.a. *Preparare gravitațională magnetică și electrică.* Litografia I. M. Petroșani, 1970.

[4] Constantinescu, N.I., Bolog, C. *Mecanica.* Ed. didactică și pedagogică, București, 1979.

[5] Constantinescu, N.I. Darabont, Al., Mereț N. *Mecanica mașinilor și instalațiilor miniere și de preparare.* Ed. tehnică, București, vol. I și II, 1979 și 1980.

Contribuţii la valorificarea blendei active cu ioni de cupru din minereuri complexe

A. Brâncuş, L. Gabrian, C. Buciu, A. Cioltea
Centrala minereurilor nefercase Baia Mare

I. Generalităţi

1. Aspecte privind flotabilitatea blendelor. Consecinţele activării naturale a acestora

Din punctul de vedere al comportării în procesul de flotaţie, blendele se deosebesc de celelalte minerale, atît prin variaţia conţinutului de impurităţi izomorfe în reţeaua cristalină ori a incluziunilor mecanice, cît şi prin gradul de activare al suprafeţei minerale cu ioni ai unor metale grele. Dintre aceştia, ionii de cupru joacă un rol determinant în stabilirea rezultatelor tehnologice ale flotaţiei sulfurii de zinc.

Activarea blendei cu ioni de cupru este consecinţa reacţiei de înlocuire a ionilor de zinc de pe suprafaţa acesteia, acţiune care duce la modificarea proprietăţilor ei de flotabilitate.

Acest schimb ionic poate avea loc fie în zăcămînt, fie în circuitul de măcinare sau de flotaţie, ionii de cupru modificînd structura suprafeţei mineralului de zinc, cu urmări nefavorabile asupra selectivităţii flotaţiei. Acest fapt devine deosebit de important din punct de vedere practic atunci cînd se urmăreşte obţinerea unor concentrate de cupru de înaltă puritate.

În cazul minereurilor complexe conţinînd sulfurile secundare — calcozină şi covelină sau compuşi oxidici de cupru (malachit azurit) — aceştia constituie o sursă abundentă de ioni de cupru.

Prezenţa cianurii în tulbureala de flotaţie determină un efect depresant asupra blendei sau activant, după caz, deoarece este necesară o concentraţie mică de CN, pentru a proteja împotriva disocierii complexului cuprocianic $[Cu(CN)_2]Na_4$ şi de aici de a inhiba flotabilitatea blendei.

Dacă cianura liberă este consumată, atunci cuprul din soluţie devine un activant al blendei, care astfel este antrenată în spuma unor concentrate, de regulă plumboase sau plumbocuproase, cu consecinţe nefavorabile, în special pentru tratamentul metalurgic ulterior al acestora.

2. Minereul analizat. Caracteristici

Minereul complex din zăcămîntul de sulfuri de la Baia Sprie are în componenţa sa unele minerale cu grad ridicat de alterare, a căror pondere din totalul alimentării instalaţiei de preparare a crescut mereu în ultimii 10 ani.

Analiza raţională a minereului a confirmat, în mai multe rînduri, prezenţa de sulfuri secundare şi compuşi oxidici de cupru şi plumb (covelină, calcozină, ceruzit, malachit, azurit, anglezit). În unele perioade s-a făcut remarcat şi sulfatul de cupru dar cu un conţinut mai redus. Ponderea acestora o redăm în tabelul 1.

Tabelul 1

Compuşi oxidaţi de Pb, %		Compuşi oxidaţi şi sulfuri secundare de cupru, %		
anglezit	ceruzit	sulfat de cupru	malachit + azurit	covelină + calcozină
4	3	1,5	4	36

Datorită compuşilor de cupru prezenţi, atît în minereu, cît şi, în unele perioade, în apa industrială ce alimentează flotaţia, şi ţinînd cont de efectul, deloc neglijabil, al ionilor de plumb care intensifică acţiunea activantă a ionilor de cupru nu s-au putut obţine concentrate cuprifere cu conţinut suficient de redus de zinc.

Pentru a se evita acest important inconvenient, au fost experimentate, în fază industrială, numeroase regimuri de reactivi depresanţi. De menţionat faptul că raportul dintre cantitatea de minereu alterat în alimentarea instalaţiei de preparare şi restul minereului variază în limite largi, chiar de la o zi la alta, fapt ce implică dificultăţi deosebite în utilizarea unui regim constant de reactivi; printre aceştia cianura care nu se putea adapta variaţiilor conţinutului de ioni de cupru ai minereului alimentat pentru a asigura permanent combatarea efectului activant al acestora asupra blendei.

Dispersia pe clase a mineralelor şi structura granulometrică a acestora dovedeşte că în domeniul — 0,060 — +0,027 mm se constată o deschidere suficientă, cu un grad de liberare ce depăşeşte 90% pentru toţi componenţii principali (tab. 2).

Conţinuturile reduse de minerale oxidice de plumb şi cupru, cît şi de sulfuri secundare de cupru, comparativ cu sulfurile primare, nu ne-a îngăduit să le cuprindem în tabel. Prezenţa acestora din urmă a fost chimic determinată prin analize raţionale, a căror medie am prezentat-o mai înainte.

Tabelul 2

Analiza granulometrică a concentratului colectiv de Pb—Cu

Specificație	Repartiția procentuală în clase granulometrice, mm						
	+0,16	+0,10	+0,08	+0,063	+0,027	+0,015	−0,015
Galenă							
Liberă	66,5	82,6	87,4	94,3	96,5	97,1	98,6
Concrescută cu :							
— gangă	21,0	12,3	8,7	2,7	1,9	1,5	0,8
— blendă	8,4	2,9	1,2	2,4	—	1,0	—
— pirită	1,8	0,6	0,2	—	0,8	—	0,6
— calcopirită	2,3	1,6	2,5	0,6	0,8	0,4	0,2
Calcopirită							
Liberă	75,2	84,4	86,4	93,3	95,8	96,8	97,9
Concrescută cu :							
— gangă	16,0	8,1	7,7	4,2	2,6	1,5	0,7
— blendă	2,6	3,9	3,6	1,3	0,8	0,8	0,6
— galenă	4,1	1,9	1,5	0,9	0,3	0,7	0,5
— pirită	1,5	1,4	0,8	0,3	0,5	0,2	0,3
— tetraedrit	0,6	0,3	—	—	—	—	—
Blendă							
Liberă	75,3	81,4	82,1	87,9	93,0	93,5	94,6
Concrescută cu :							
— gangă	12,8	10,9	1,5	2,5	2,3	2,6	1,3
— pirită	1,2	1,1	0,7	—	—	—	2,7
— galenă	6,9	3,0	5,2	6,0	2,3	2,6	—
— calcopirită	5,8	3,6	10,5	3,6	2,4	1,3	1,4
Pirită							
Liberă	62,4	73,2	80,4	84,1	90,4	92,1	94,0
Concrescută cu :							
— gangă	21,9	15,3	4,1	3,1	4,8	2,7	3,0
— blendă	1,1	0,8	1,6	—	—	—	—
— galenă	2,1	4,8	8,2	—	—	2,6	—
— calcopirită	12,5	5,9	5,7	12,3	4,8	2,6	3,0

II. Cercetări pentru depresarea blendei activate în zăcământ

Cercetările pentru depresarea blendei au fost dirijate, concomitent, pe două căi principale și anume :

— pentru reducerea conținutului de zinc în concentratul de Pb—Cu obținut la flotația primară ;

— pentru reducerea conținutului de zinc din concentratul de Cu în faza de separare a concentratului. Cercetarea întreprinsă pentru diminuarea efectelor de activare naturală a blendei și depresarea acesteia, în circuitul de separare a concentratului colectiv de plumb-cupru, s-a orientat spre obținerea unui concentrat de cupru sărc în Pb și Zn, concomitent cu realizarea unui concentrat de Pb bogat în Zn, posibil de valorificat metalurgic la instalații I.S.P. În procesul de separare a concentratului s-a lucrat la început cu tehnologia de depresare a calcopiritei folosind cianură, după schema de dozare și circuitul tehnologic din figura 1.

Procesul tehnologic de separare a comportat următoarele faze principale :

— desorbția concentratului colectiv de Pb — Cu timp de 50 min în agitatoarele I, II și III cu cărbune activ ;

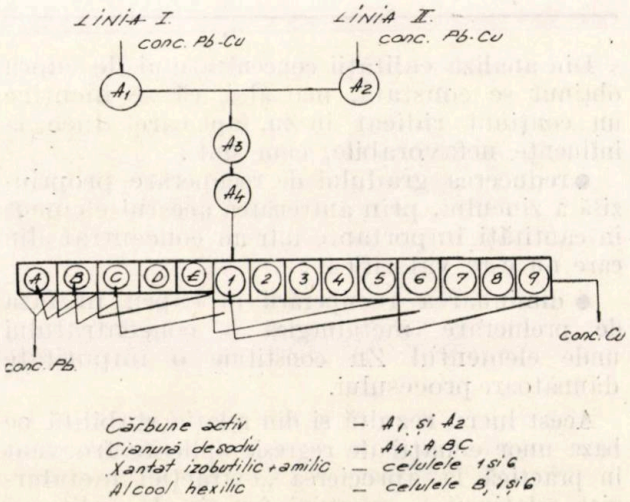


Fig. 1

— condiționarea concentratului cu CNNa în agitatorul IV timp de 11 min ;

— flotația concentratului de Pb în 9 celule de 2,8 m³ fiecare, în care s-a dozat un amestec 4 : 1 xantat amilic/izobutilic drept colector, iar ca spumant s-a folosit alcoolul hexilic ;

— reflotarea concentratului primar în trei trepte (cinci celule de 1 m³ fiecare) în care s-a dozat suplimentar CNNa;

Cantitățile de reactivi utilizate pe faze sînt redate în tabelul 3.

Tabelul 3

Reactivi	Loc de dozare și consum specific, g/t. conc.			
	condiționare	flotare	reflotare	total
Cărbune activ	1 750	—	—	1 750
Cianură de sodiu	2 400	—	2 400	4 800
Xantat amilic + izobutilic	—	750	—	750
Alcool hexilic	—	150	—	150

Rezultatele nu au fost satisfăcătoare, menținîndu-se în continuare un grad ridicat de flotabilitate al blendei și impurificarea pronunțată a concentratului cupros. Evoluția indicilor pe o perioadă de trei ani a fost cea redată în tabelul 4.

Tabelul 4

Perioada	Concentrat cupros			Raportul Zn + Pb/Cu, %	Extracții metalurgice reactive, %
	Cu, %	Zn, %	Zn+Pb, %		
1974	19,8	11,7	12,1	61,1	79,7
1975	19,3	6,7	7,9	40,9	85,7
1976	23,0	5,5	7,0	30,4	89,0

Din analiza calității concentratului de cupru obținut se constată, mai ales, că se menține un conținut ridicat în Zn, fapt care duce la influențe nefavorabile, cum sînt:

- reducerea gradului de recuperare propriu-zisă a zincului, prin antrenarea acestui element în cantități importante într-un concentrat din care nu este valorificat;
- diminuarea recuperării în cupru în faza de prelucrare metalurgică a concentratului unde elementul Zn constituie o impuritate dăunătoare procesului.

Acest lucru rezultă și din relația stabilită pe baza unor ecuații de regresie aplicate frecvent în practică la aprecierea „extracției metalurgice relative" a cuprului, funcție de calitatea concentratului tratat.

$$M_{Cu} = 98{,}7 - 31{,}74 \frac{Zn + Pb}{Cu}$$

M_{Cu} = extacția metalurgică relativă.

Zn, Pb, Cu = conținut în % în concentratul tratat.

Interpretînd relația de mai sus cu cele mai bune date obținute din tabelul 4, rezultă un randament de cupru calculat destul de scăzut, de numai 89%.

Funcție de complexitatea și gradul de alterare a minereului prelucrat se consideră că rezultatele obținute constituie o limită a procedeului în cazul depresării blendei cu cianură sau diverse ansambluri de reactivi, în care rolul principal îl joacă cianura. Acestea au fost și cauzele care au determinat abandonarea preocupărilor de reducere a conținutului de blendă din concentratul cupros folosind astfel de variante tehnologice.

III. Depresarea cu ioni de zinc a blendei activate

Dezvoltînd în continuare cercetarea pentru depresarea blendei s-a ajuns la concluzia că substituind tehnologia de separare: cu „cianură" prin tehnologia cu „bicromat" se deschide o perspectivă importantă pentru asigurarea mecanismului de depresare eficace a blendei cu obținerea unor concentrate de cupru sărace în zinc.

Concomitent cu depresarea galenei cu bicromat de sodiu s-au dezvoltat operațiile de agitare-condiționare și desorbție cu cărbune activ și sulfură de sodiu.

În cadrul acestui proces tehnologic, depresarea blendei se obține folosind carbonatul bazic de zinc $ZnCO_3Zn\ (OH)_2$. Se utilizează, de asemenea, amidon hidrolizat cu rol de coagulant-floculant, pentru fracțiile minerale foarte fine provenite din supramăcinarea unor sulfuri, în special a galenei.

Schema folosită la încercările efectuate în această etapă o prezentăm în figura 2.

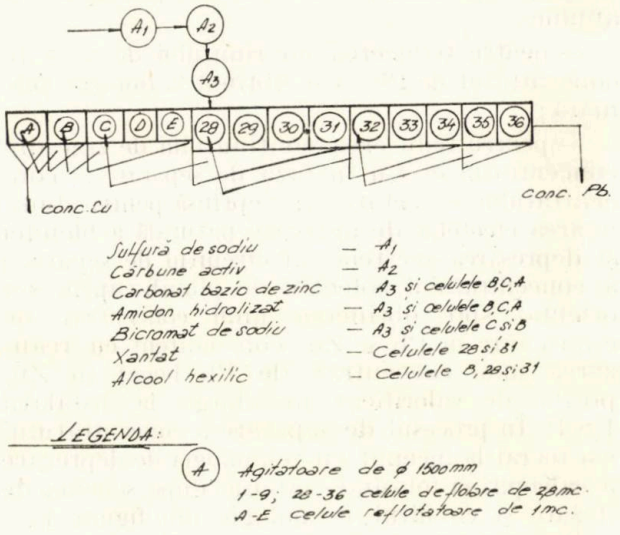


Fig 2

Regimul de reactivi, locul de adiție și consumurile specifice sînt cuprinse în tabelul 5.

La încercările efectuate s-a dovedit importantă menținerea greutății specifice a tulbu-

Tabelul 5

Specificație	Condiționare	Flotare	Reflotare	Total
Sulfură de sodiu	600	—	—	600
Cărbune activ	2 000	—	—	2 000
Carbonat bazic de Zn	2 200	—	2 000	4 200
Bicromat de Na	1 900	—	1 200	3 100
Amidon hidrolizant	300	100	200	600
Ethyl xantat de Na	—	90	—	90
Alcool hexilic	—	500	—	500

relii de concentrat tratat la 1 200 g/dm^3, concomitent cu asigurarea p*H*-ului de 7,6...7,8.

Comparativ cu cele mai bune rezultate obținute anterior, prin aplicarea tehnologiei folosind cianură de sodiu, indicii realizați prin utilizarea bicromatului de sodiu și a carbonatului bazic de zinc îi prezentăm în tabelul 6.

Tabelul 6

Procesul tehnologic	Concentrat, %			Raportul Zn+Pb/Cu, %	Extracția metalurgică relativă, %
	Cu,	Zn,	Zn + Pb.		
Cu cianură de sodiu	23,0	5,5	7,0	30,4	89,0
Cu bicromat și carbonat bazic de Zn	30,5	1,0	2,8	9,2	95,8

În cadrul unui regim complex de reactivi folosit pentru depresarea blendei din concentratul colectiv de galenă și calcopitită, în care intervine folosirea unei desorbții mixte cu sulfură de sodiu și cărbune activ și depresarea galenei cu bicromat de sodiu, rolul carbonatului bazic de Zn apare evidențiat net, deoarece reducerea conținutului de Zn în concentratul de cupru la circa 1 % se atribuie, în mod exclusiv, acestuia. Experimentări industriale recente vin să sprijine această afirmație deoarece ele au arătat că menținînd neschimbate condițiile tehnologice de separare a concentratului colectiv Pb—Cu dar suprimînd numai adiția de carbonat de sodiu în proces, rezultatele se modifică (tab. 7).

Tabelul 7

Specificație	Conținutul, %				Observații
	Pb	Cu	Zn	S	
Concentrat Pb—Cu	22,2	15,0	6,4	31,0	
Concentrat Cu	1,6	30,3	1,1	35,1	Cu adaos de carbonat bazic de zinc
Concentrat de Cu	3,2	27,8	3,7	32,9	Fără carbonat bazic de zinc

Experimentarea s-a făcut pe parcursul unei perioade mai lungi, dovedindu-se că adaosul de carbonat bazic de zinc determină reducerea de 1—2 ori a conținutului de zinc din concentratul de cupru.

De fiecare dată după reconstituirea rețetei de lucru cu carbonat bazic de zinc, calitatea concentratului de cupru a revenit la limitele normale, adică la un conținut de zinc + plumb de circa 2,5 %, din care conținutul de zinc de circa 1,0 %.

IV. Interpretarea teoretică a rezultatelor obținute

Încercînd o interpretare teoretică privind rolul depresant al carbonatului bazic de zinc asupra blendei activate cu ioni de cupru în procesul de separare a concentratelor de metale neferoase, remarcăm că la flotația blendei intervin modificări importante ale suprafeței mineralului datorate reacțiilor dintre aceste suprafețe și soluțiile conținînd ioni de cupru, reacții prin care se formează un strat de covelină care, în prezența reactivilor colectori, se comportă ca un mineral de cupru :

$$ZnS + Cu^{++} - CuS + Zn^{++}$$

De aici efectul activant al ionilor de cupru asupra blendei din minereurile complexe.

Întrucît acest inconvenient nu a putut fi înlăturat în cazul minereului cercetat, folosind reactivi depresanți din grupa cianurilor s-au observat următoarele căi noi.

1. Perfecționarea tehnologiei de depresare a galenei cu bicromat de sodiu prin dozarea concomitentă, în același scop, a soluțiilor de amidon hidrolizat, care au o acțiune depresantă energică asupra galenei, în special în circuitele de reflotare a concentratelor de cupru.

2. Utilizarea ca depresant a blendei activate a carbonatului bazic de zinc [$ZnCO_3Zn(OH)_2$].

În principiu, pentru depresarea blendei activate este necesar ca pe suprafața acestui mineral să se formeze un compus hidrofil obținut, fie printr-o reacție chimică prin care sînt înlăturați ionii de cupru activanți, fie prin fixarea unui astfel de compus, format în exterior, în care caz ionii de cupru activanți de pe această suprafață nu sînt înlăturați.

Întrucît, din motivele menționate, la prepararea minereului studiat depresarea blendei, prin utilizarea ca depresant principal a cianurii de sodiu pentru formarea unui compus hidrofil prin reacția chimică, nu a dat rezultate satisfăcătoare, s-a trecut la experimentarea celei de-a doua căi, adică fixarea pe suprafața blendei a unui compus hidrofil, format în exterior, în care scop a fost utilizat carbonatul bazic de zinc, pe baza considerentului că reactivii care conțin Zn depresează selectiv blenda față de galenă, calcopirită și pirită.

Acest reactiv, care rezultă din precipitarea unor săruri metalice mai puțin bazice (sulfatul de zinc) cu un carbonat solubil, carbonatul de sodiu la $pH = 7-10$ se fixează pe suprafața tuturor mineralelor însă are acțiune depresantă numai asupra blendei.

Mecanismul de formare a carbonatului bazic de zinc este posibil prin următoarea reacție :

$$4ZnSO_4 + Na2CO_3 + H_2O \rightleftarrows$$

$$3ZnCO_3 \cdot Zn(OH)_2 + 4Na_2SO_4 + CO_2$$

Acest proces chimic este posibil datorită caracterului amfoter al sărurilor de zinc. Stabilitatea reacției este asigurată numai în domeniul bazic.

Precipitatul de carbonat bazic de Zn este, în anumite condiții, un depresant mai energic al blendei decît cianura de sodiu și asigură o selectivitate mai ridicată la separarea blendei de calcopirită, cînd minereul complex prelucrat conține minerale de cupru de origine secundară sau oxidate.

Concluzii

Folosirea procedeului de depresare a blendei la separarea unor concentrate de metale neferoase, cu ioni CN^-, nu dă rezultate satisfăcătoare în cazul în care blenda se prezintă superficial activată cu ioni de cupru, respectiv cu un potențial de suprafață ridicat. Se obțin concentrate de cupru bogate în zinc a căror prelucrare metalurgică ridică probleme tehnologice importante.

Încercarea de a folosi drept depresant al blendei activate, a carbonatului bazic de zinc, rezultat din dozarea în proporții stochiometrice a carbonatului de Na și a sulfatului de Zn, a condus la o depresare (inactivare) energică a blendei, fără a stînjeni flotația calcopiritei și a metalelor prețioase. Procedeul se impune, de asemenea, prin faptul că nu este poluant, deoarece ionii de crom se reduc sub forma unor compuși stabili în prezența ionilor SH^- sau SO_3^{2-}, care se dozează în proces în scop tehnologic.

Tehnologie de traversare a nisipurilor acvifere cu instalație de filtre aciculare vacuumate adaptată lucrului în subteran

Dr. geol. C. Enache
ing. N. Tivig
I.C.I.T.P.M.L. Craiova

Pentru asigurarea independenței țării noastre față de resursele energetice, este necesară punerea în valoare a unor noi zăcăminte de lignit, cu rezerve importante, dar situate în condiții hidrogeologice dificile.

În această categorie se înscriu și zăcămintele de lignit Husnicioara — Prunișor — Livezile din jud. Mehedinți, unde strate de lignit cu grosimi exploatabile (2—6 m) sînt acoperite de strate groase de nisipuri fine acvifere care trebuie traversate cu lucrări miniere de deschidere.

Întrucît metodele clasice de drenare prin foraje de la suprafață necesită un timp îndelungat de execuție și de funcționare, dată fiind capacitatea de cedare a apei redusă a acestor nisipuri fine, iar metodele de săpare a lucrărilor miniere de deschidere cu procedee clasice de traversare a borchișurilor realizează avansări extrem de mici, a fost necesară găsirea unor noi soluții de traversare a acestor borchișuri.

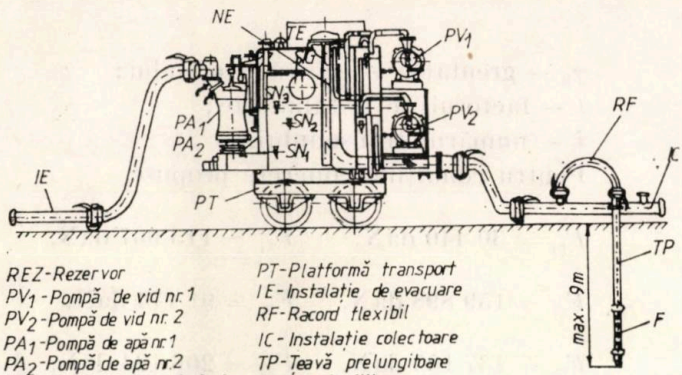
În aceste condiții, pentru coborîrea nivelului apei în front, paralel cu lucrările de drenare cu foraje de la suprafață, echipate cu pompe submersibile, s-a încercat, la mina Prunișor-vest, utilizarea unei instalații cu filtre aciculare de tip 1D—01, fabricată de către Întreprinderea 6 Martie — Timișoara care, în mod normal este destinată desecării solurilor cu apă în care urmează să se execute fundațiile construcțiilor de tot felul. În urma primelor încercări cu rezultate bune, institutului nostru i-a revenit sarcina de a proiecta lucrările de modificare și adaptare a instalației spre a putea fi utilizată în mine și în condițiile în care este posibilă apariția gazelor explozive, respectiv în protecție antigrizutoasă, de a da asistență tehnică la experimentarea prototipului și a stabili tehnologia optimă de drenare cu utilizarea instalației respective.

O schemă de ansamblu a instalației modificate este dată în figura 1. Instalația se compune din următoarele agregate :

—agregat de colectare a apei;
—agregat de absorbție și refulare :
—dispozitiv de evacuare a apei;
—platformă de transport;
—instalație de spălare și înfigere a filtrelor.

Instalația este utilată cu două pompe de vid pentru absorbția apei din rocă prin inter-

mediul filtrelor aciculare, un rezervor pentru colectarea apei absorbite și două pompe pentru evacuarea apei din rezervor.



REZ - Rezervor
PV_1 - Pompă de vid nr. 1
PV_2 - Pompă de vid nr. 2
PA_1 - Pompă de apă nr. 1
PA_2 - Pompă de apă nr. 2
SN_1-3 - Semnalizatoare de nivel
TE - Tablou electric
SIG - Supapă de siguranță
PT - Platformă transport
IE - Instalație de evacuare
RF - Racord flexibil
IC - Instalație colectoare
TP - Țeavă prelungitoare
F - Ac de filtrare

Fig. 1

Caracteristicile instalației de refulare:
- pompe, EPETA;
- debitul, 40 m³/h;
- înălțimea de refulare, 15 m col. Hg.;
- turația, 3 000 rot/min.;
- puterea motoarelor, 4 kW;
- tensiunea de alimentare, 380 V.

Caracteristicile instalației de absorbție:
- pompe de vid tip MIL—402 + 2;
- debitul, 2 × 90 m³/h;
- depresiunea nominală, 110 mm col. Hg;
- turația, 1 500 rot/min;
- puterea motoarelor, 2 × 5,5 kW;
- tensiunea de alimentare, 380 V.

Caracteristicile instalației de spălare;
- pompă tip KSM—70 × 3;
- debitul, 70 m³/h;
- înălțimea de refulare, 66 m col. apă;
- turația, 1 500 rot/min;
- puterea motorului, 30 kW;
- tensiunea de alimentare 380 V.

Rezervorul de separare a mediilor este o construcție metalică compartimentată, la care sînt racordate, atît pompele de absorbție, cît și cele de evacuare. Pe rezervor se află montate semnalizatoarele de nivel care comandă funcționarea automată a instalației.
Motorul de antrenare al instalației de spălare este în construcție AD.

Tabelul 1

Denumirea reperului	Diametrul interior	Lungimea, mm	Bucăți
Ac filtrare	36 mm	1 374	100
Prelungitor	52 mm	2 000	100
Prelungitor	52 mm	4 000	60
Prelungitor	52 mm	6 000	40
Racord flexibil	40 mm	1 240	100
Tub colector	4″	6 180	25
Racord flexibil	4″	3 000	2

Instalația de colectare are în dotare reperele din tabelul 1

Filtrele aciculare se introduc în rocă cu ajutorul instalației de spălare. Aceasta este formată dintr-o pompă care asigură presiunea unui jet de apă ce spală nisipul din jurul filtrului acicular, permițînd avansarea lui. Dacă roca este tare, introducerea filtrului se realizează cu dispozitive ajutătoare. După introducerea tuturor filtrelor, acestea se racordează la o conductă colectoare ce se leagă la instalația de absorbție.

Prin utilizarea instalației la mina Prunișor-vest, au fost obținute rezultate bune, realizîndu-se o asecare intensivă, care a permis săparea planului înclinat I. 501 prin nisip acvifer pe o lungime de 56 m.

Experimentarea tehnologiei de îndepărtare a apei restante din porii rocilor nisipoase fine, rămasă între pîlniile de depresiune ale forajelor de drenare prealabilă de la suprafață, a scos în evidență faptul că instalația respectivă de vacuum realizează o depresiune locală de circa 8 m de la gura filtrului acicular, în cazul ampasării acestuia vertical, sau de 4—6 m, în cazul amplasării lui pe înclinare.

De asemenea, s-a constatat că filtrele aciculare creează în jurul lor, prin antrenarea particulelor fine din nisip, mici caverne și din această cauză nu este recomandat ca să fie înfipte în talpa lucrării miniere, ci înclinate lateral (în cazul cînd se înfig în vatră) sau paralel cu axul lucrării miniere (în cazul în care se înfig în frontul de lucru al planului înclinat).

Prin adaptarea instalației la condițiile de subteran și utilizarea tehnologiei de asecare cu filtre aciculare înfipte în frontul sau talpa lucrării miniere, dublată de o asecare prealabilă, s-a realizat o tehnologie de traversare a borchișurilor în condițiile săpării lucrării miniere cu tehnologii normale de lucru.

Starea de tensiune din coloanele cu diametre mari după cimentare

Conf. dr. ing. G. Iordache
I.P.G. Ploiești

După cum s-a specificat [1], la cimentarea coloanelor cu diametre mari se folosesc volume de pastă de ciment care au impus, la primele sonde, cimentarea în tranșe (reprize), cu înălțimi de 10...60 m și cu pauze de 16...24 ore între două tranșe consecutive. Pentru încastrarea șiului, indiferent de metodă, este recomandabilă cimentarea la echilibru, astfel încît pasta de ciment să umple interiorul coloanei și spațiul inelar pe o înălțime de 4...6 m; este de dorit ca priza acestei tranșe să se facă în condiții normale, astfel încît la reluarea cimentării pentru tranșa următoare, cimentul de la șiu să asigure etanșeitatea și încastrarea rigidă a părții inferioare a coloanei (de dorit într-o poziție cît mai apropiată de axa găurii de sondă).

Starea de tensiune din coloană, înaintea cimentării și în presupunerea că aceasta nu are puncte de contact cu pereții găurii de sondă, este tracțiunea sub acțiunea greutății proprii care induce în materialul coloanei un efort unitar maxim la suprafață și minim în partea inferioară a acesteia.

Pentru exemplificare se presupune o coloană la care profilul s-a stabilit cu ajutorul metodei propusă în lucrarea [2]:

$$L = 395 \text{ m};$$

$\gamma_n = 1{,}2$ daN/dm³ (se acceptă accelerația gravitațională $g \simeq 10$ m/s², respectiv 1 kgf $\simeq$ $\simeq$ 10 N $\simeq$ 1 daN);

grosimile de perete și lungimile tronsoanelor rezultate din calcule sînt următoarele:

$S_1 = 40$ mm, $l_1 = 9$ m;
$S_2 = 35$ mm, $l_2 = 55$ m;
$S_3 = 30$ mm, $l_3 = 55$ m;
$S_4 = 25$ mm, $l_4 = 55$ m;
$S_5 = 20$ mm, $l_5 = 55$ m;
$S_6 = 15$ mm, $l_6 = 166$ m.

Forța provenită din greutatea proprie, corespunzătoare fiecărui tronson,

$$F_{g_i} = A_i l_i \gamma_0 f, \qquad (1)$$

în care:

A_i reprezintă aria secțiunii transversale a burlanului;
l_i — lungimea tronsonului;
γ_0 — greutatea specifică a oțelului;
f — factorul de flotabilitate;
i — numărul tronsonului.

Pentru condițiile concrete propuse,

$F_{g_1} = 30\,440$ daN, $F_{g_4} = 113\,967$ daN,

$F_{g_2} = 159\,898$ daN, $F_{g_5} = 91\,174$ daN,

$F_{g_3} = 137\,105$ daN, $F_{g_6} = 206\,124$ daN,

iar suma,

$$\sum_{i=1}^{6} F_{g_i} = 738\,708 \text{ daN}.$$

Dacă se preconizează calculul concret și exact al unei coloane, atunci relația (1) devine:

$$F'_{g_i} = A_i l_i \gamma_0 f + \sum_{j=1}^{j} F_j f, \qquad (2)$$

în care F_j reprezintă forța provenită din greutatea cintrelor, sudurilor, țevilor de cimentare ș.a.

Efortul unitar de tracțiune se determină pentru partea superioară a fiecărui tronson; cum

$$\sigma_t = \frac{F_{g_i}}{A_i} \text{ sau } \sigma'_t = \frac{F'_{g_i}}{A_i}, \qquad (3)$$

rezultă că la trecerea de la o secțiune la alta, saltul corespunzător efortului unitar de tracțiune va fi în sensul scăderii acestuia — în comparație cu o secțiune inferioară situată în imediata apropiere a celei calculate (fig. 1).

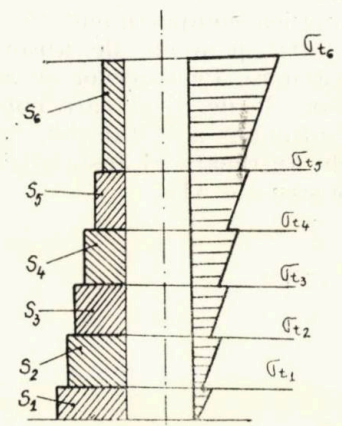


Fig. 1

Acceptînd, pentru comoditate, prima relaţie (3), în care

$$A_i = \frac{\pi}{4}[(D_i + 2s)^2 - D_i^2], \qquad (4)$$

pentru S_1 rezultă

$$A_1 = \frac{3{,}14}{4}[(395 + 2 \cdot 4{,}0)^2 - 395^2] = 5\,008 \text{ cm}^2$$

şi, în continuare,

$A_2 = 4\,379{,}5$ cm^2, $A_5 = 2\,492{,}4$ cm^2,

$A_3 = 3\,768{,}8$ cm^2, $A_6 = 1\,868{,}0$ cm^2,

$A_4 = 3\,120{,}4$ cm^2,

respectiv,

$$\sigma_{t_1} = \frac{F_{g_1}}{A_1} = \frac{30\,440}{5\,008} = 6{,}078 \frac{\text{daN}}{\text{cm}^2},$$

$$\sigma_{t_2} = \frac{\sum_{i=1}^{2} F_{g_i}}{A_2} = \frac{190\,338}{4\,379{,}5} = 43{,}46 \frac{\text{daN}}{\text{cm}^2},$$

$$\sigma_{t_3} = \frac{\sum_{i=1}^{3} F_{g_i}}{A_3} = \frac{327\,443}{3\,765{,}8} = 86{,}95 \frac{\text{daN}}{\text{cm}^2},$$

$$\sigma_{t_4} = \frac{\sum_{i=1}^{4} F_{g_i}}{A_4} = \frac{441\,410}{3\,120{,}4} = 141{,}48 \frac{\text{daN}}{\text{cm}^2},$$

$$\sigma_{t_5} = \frac{\sum_{i=1}^{5} F_{g_i}}{A_5} = \frac{531\,584}{2\,492{,}4} = 213{,}72 \frac{\text{daN}}{\text{cm}^2},$$

$$\sigma_{t_6} = \frac{\sum_{i=1}^{6} F_{g_i}}{A_6} = \frac{738\,708}{1\,868{,}0} = 395{,}18 \frac{\text{daN}}{\text{cm}^2},$$

valoare maximă dar foarte mică dacă se compară cu rezistenţa la tracţiune a materialului burlanelor (pentru oţel OL52, $\sigma_{0.2\,min} = 3\,040$ daN/cm^2). Pentru a nu introduce alte date, se presupune că înălţimea tranşelor de cimentare h_{c_i} este egală cu lungimea tronsoanelor l_i (în care $i = 1 \ldots 6$); se presupune deci că în prima tranşă de cimentare

$$h_{c_1} = l_1 = 9 \text{ m},$$

şi că, datorită cintrelor, această lungime este incastrată. Dacă sistemul de suspendare de la suprafaţă (cricurile hidraulice) nu-şi modifică poziţia (coloana nu se detensionează), starea de solicitare a acesteia rămîne, şi după întărirea cimentului, cea marcată de efortul unitar σ_{t_1}.

După cimentarea tranşei a doua, ($h_{c_2} = l_2 = 55$ m), atîta timp cît pasta de ciment este fluidă, pe înălţimea h_{c_2} apare o presiune diferenţială provenită din diferenţele de greutăţi specifice ale pastei şi noroiului de foraj — valoarea acesteia este însă nesemnificativă deoarece presiunile de calcul care se adoptă la stabilirea profilului coloanei sînt mult mai mari. Prin comparaţie cu tranşa precedentă, starea de tensiune din coloană se modifică nu numai datorită aportului adus de forţa provenită din greutatea primului tronson: exotermia pastei de ciment determină apariţia în materialul coloanei a unei forţe F_t de dilatare termică (v. din nou [1]). Datorită încastrării şiului (în prima tranşă acesta este liber), rezultă că efectul se manifestă către în sus, iar forţa provenită din dilatare,

$$F_{t_i} = A_i E \alpha \, \Delta t_i, \qquad (5)$$

în care:

A_i reprezintă aria secţiunii transversale a burlanului pentru care se determină efectul termic;

E — modulul de elasticitate longitudinală ($2{,}1 \cdot 10^6$ daN/cm^2);

α — coeficientul de dilatare termică liniară ($1{,}23 \cdot 10^{-5}$ 1/°C);

Δt_1 — variaţia de temperatură faţă de situaţia iniţială (dinaintea cimentării).

Pentru tronsonul al doilea,

$$F_{t_2} = A_2 E \alpha \Delta t_2 = 4\,379{,}5 \cdot 2{,}1 \cdot 10^6 \cdot 1{,}23 \cdot 10^{-5} \cdot \Delta t_2 = 113\,122{,}485 \cdot \Delta t_2;$$

se observă că pentru $\Delta t_2 = 5$°C,

$$F_{t_2} = 113\,122{,}485 \cdot 5 = 565\,610 \text{ daN!}$$

cum valoarea calculată se transmite, teoretic, pînă la suprafaţă, rezultă că atîta timp cît se păstrează valoarea Δt_2, în locul forţei

$$\sum_{i=1}^{6} F_{g_i} = 738\,708 \text{ daN},$$

indicatoarele de greutate ale sistemului de manevră vor înregistra diferenţa

$$F_{m_2} = \sum_{i=1}^{6} F_{g_i} - \sum_{i=1}^{2} F_{g_i} - F_{t_2} = 738\,708 - 190\,388 - 565\,610 = -17\,290 \text{ daN},$$

și aceasta deoarece forțele provenite din greutățile primelor două tronsoane vor fi preluate în acest moment de inelul de ciment întărit; după ce temperatura materialului coloanei ajunge la cea normală ($\Delta t_2 = 0$), rezultă că $F_{t_2} = 0$, și deci

$$F'_{m_2} = \sum_{i=1}^{6} F_{g_i} - \sum_{i=1}^{2} F_{g_i} = 738\,708 - 190\,338 =$$

$$= 548\,370 \text{ daN},$$

în care F'_{m_2} are aceeași semnificație cu F_{m_2} dar pentru alte condiții.

Dacă pasta de ciment se întărește înaintea răcirii coloanei, rezultă că tronsonul al doilea va fi supus unei forțe axiale.

$$F_{a_2} = \sum_{i=1}^{2} F_{g_i} - F_{t_2} = 190\,338 - 565\,610 =$$

$$= -375\,272 \text{ daN};$$

semnul minus indică de fapt sensul forței F_t față de F_g — la răcirea coloanei (la $\Delta t_2 = 0$), $F_{t_2} = 0$, dar burlanele corespunzătoare tronsonului respectiv vor fi supuse forței axiale care acționează asupra cimentului dintre cintre.

Dacă se notează cu D_{ec} și D_{ic} diametrul exterior, respectiv interior al cintrelor, și făcînd abstracție de planul înclinat al sudurilor acestora față de suprafața burlanelor, rezultă că aria secțiunii transversale a cintrei

$$A_c = \frac{\pi}{4}(D_{ec}^2 - D_{ic}^2);$$

dacă se acceptă că grosimea cintrei este de 100 mm, atunci, cu $D_{ic} = 4\,020$ mm,

$$D_{ec} = D_{ic} + 2 \cdot 100 = 4\,020 + 200 = 4\,220 \text{ mm},$$

iar efortul unitar de compresiune indus în cimentul întărit dintre cintre,

$$\sigma_{c_2} = F_{a_2} : A_{c_2},$$

respectiv,

$$A_{c_2} = \frac{3{,}14}{4}(422^2 - 402^2) = 12\,936 \text{ cm}^2,$$

și deci

$$\sigma_{c_2} = \frac{F_{a_2}}{A_{c_2}} = \frac{375\,272}{12\,936} = 29 \frac{\text{daN}}{\text{cm}^2},$$

valoare ce trebuie comparată cu cea corespunzătoare rezistenței la compresiune a pietrei de ciment stabilită pentru momentul în care se determină σ_{t_2}, respectiv F_{a_2}.

Dacă se admite aceeași valoare pentru Δt, pentru tronsonul cu grosimea de perete S_3,

$$F_{t_3} = 3\,765{,}8 \cdot 2{,}1 \cdot 10^6 \cdot 1{,}23 \cdot 10^{-5} \cdot 5 =$$

$$= 486\,353 \text{ daN},$$

$$F_{m_3} = \sum_{i=1}^{6} F_{g_i} - F_{t_3} = 738\,708 - 486\,353 =$$

$$= 252\,355 \text{ daN},$$

$$F'_{m_3} = \sum_{i=1}^{6} F_{g_i} - \sum_{i=1}^{3} F_{g_i} - F_{t_3} = 738\,708 -$$

$$- 327\,443 - 486\,353 = -75\,088 \text{ daN},$$

$$F_{a_3} = \sum_{i=1}^{3} F_{g_i} - F_{t_3} = 327\,443 - 486\,353 =$$

$$= -158\,910 \text{ daN},$$

$$A_{c_3} = 12\,905 \text{ cm}^2,$$

$$\sigma_{c_3} = \frac{F_{a_3}}{A_{c_3}} = \frac{158\,910}{12\,905} = 12{,}31 \frac{\text{daN}}{\text{cm}^2}.$$

Pentru S_4,

$$F_{t_4} = 3\,120{,}4 \cdot 2{,}1 \cdot 10^6 \cdot 1{,}23 \cdot 10^{-5} \cdot 5 =$$

$$= 402\,999 \text{ daN},$$

$$F_{m_4} = \sum_{i=1}^{6} F_{g_i} - F_{t_4} = 738\,708 - 402\,999 =$$

$$= 335\,709 \text{ daN},$$

$$F'_{m_4} = \sum_{i=1}^{6} F_{g_i} - \sum_{i=1}^{4} F_{g_i} - F_{t_4} = 738\,708 -$$

$$- 441\,410 - 402\,999 = -105\,382 \text{ daN},$$

$$F_{a_4} = \sum_{i=1}^{4} F_{g_i} - F_{t_4} = 441\,410 - 402\,999 =$$

$$= 38\,441 \text{ daN},$$

$$A_{c_4} = 12\,800 \text{ cm}^2,$$

$$\sigma_{c_4} = \frac{F_{a_4}}{A_{c_4}} = \frac{38\,411}{12\,800} = 3{,}00 \text{ daN/cm}^2$$

Pentru S_5,

$$F_{t_5} = 2\,492{,}4 \cdot 2{,}1 \cdot 10^6 \cdot 1{,}23 \cdot 10^{-5} \cdot 5 =$$

$$= 321\,893 \text{ daN},$$

$$F_{m_5} = 738\,708 - 321\,893 = 416\,815 \text{ daN},$$

$$F'_{m_5} = \sum_{i=1}^{6} F_{g_i} - \sum_{i=1}^{5} F_{g_i} - F_{t_5} = 738\,708 -$$

$$- 532\,584 - 321\,893 = -115\,769 \text{ daN},$$

$$F_{a_5} = \sum_{i=1}^{5} F_{g_i} - F_{t_5} = 532\,584 - 321\,893 =$$

$$= 210\,691 \text{ daN},$$

$$A_{c_5} = 12\,650 \text{ cm}^2,$$

$$\sigma_{c_5} = \frac{F_{a_5}}{A_{c_5}} = \frac{210\,691}{12\,650} = 16{,}65 \text{ daN/cm}^2.$$

Pentru S_6,

$$F_{t_6} = 1\,868 \cdot 2{,}1 \cdot 10^6 \cdot 1{,}23 \cdot 10^{-5} \cdot 5 =$$

$$= 241\,252 \text{ daN},$$

$$F'_{m_6} = \sum_{i=1}^{6} F_{g_i} - \sum_{i=1}^{6} F_{g_i} - F_{t_6} = -241\,252 \text{ daN},$$

$$F_{a_6} = F'_{m_6} = -241\,252 \text{ daN},$$

$$A_{c_6} = 12\,500 \text{ cm}^2,$$

$$\sigma_{c_6} = \frac{F_{a_6}}{A_{c_6}} = \frac{241\,262}{12\,500} = 19{,}30 \text{ daN/cm}^2.$$

Dacă se presupune aceeași stare de fapt (priza și întărirea se produc înaintea răcirii coloanei), este mai mult ca sigur că procesul de dilatare-contracție al coloanei determină apariția unor spații, evident neetanșe, între exteriorul coloanei și piatra de ciment; cum regimul de curgere al pastei de ciment în spațiul inelar este sigur laminar sau sublaminar, dezlocuirea noroiului din sondă se face incomplet și în aceste condiții aderența pietrei de ciment cu peretele găurii de sondă este parțială.

Pentru aprecierea cantitativă a efectului de variație termică volumică, se acceptă relația

$$\Delta V = V \alpha_V \Delta t, \qquad (6)$$

în care :

ΔV reprezintă variația de volum a materialului burlanelor ;

α_V — coeficientul de dilatare termică volumică (cubică) — pentru corpuri solide, izotrope, $\alpha_V \simeq 3\alpha$.

Pentru a doua grosime de perete,

$$A_2 = 4\,379{,}5 \text{ cm}^2,$$

iar volumul unitar (al unui metru liniar de coloană),

$$V_{21} = A_2 \cdot 10^2 = 4\,379{,}5 \cdot 10^2 = 4{,}3795 \cdot 10^5 \text{ cm}^3,$$

$$\alpha_V = 3 \cdot 1{,}23 \cdot 10^{-5} = 3{,}69 \cdot 10^{-5}\, 1/°C,$$

și deci pentru $\Delta t_2 = 5°C$,

$$\Delta V_2 = 4{,}3795 \cdot 10^5 \cdot 3{,}69 \cdot 10^{-5} \cdot 5 =$$

$$= 80{,}8017 \text{ cm}^3 = 80{,}8017 \cdot 10^3 \text{ mm}^3.$$

Dacă se presupune că această variație de volum se repartizează aproximativ egal, atît pe suprafața exterioară, cît și pe cea interioară a coloanei, se pot determina variațiile de volum unitare :

suprafața exterioară a coloanei cu $D_{e_2} = 402$ cm și înălțimea $h_2 = 10^2$ cm,

$$A_{e_2} = \pi \cdot D_{e_2} \cdot 10^2 = 3{,}14 \cdot 402 \cdot 10^2 =$$

$$= 1{,}26228 \cdot 10^5 \text{ cm}^2 ;$$

Pentru această suprafață,

$$\Delta V_{e_2} \simeq \frac{\Delta V_2}{2} \simeq \frac{80{,}8017}{2} \cdot 10^3 \simeq 40 \cdot 10^3 \text{ mm}^3,$$

respectiv

$$\frac{\Delta V_{e_2}}{A_{e_2}} = \frac{0{,}4 \cdot 10^5}{1{,}26228 \cdot 10^5} = 0{,}3169 \frac{\text{mm}^3}{\text{cm}^2},$$

valoare care nu se poate neglija și care confirmă posibilitatea apariției unor interspații între inelul format din ciment și exteriorul coloanei (pentru celelalte tronsoane calculele sînt similare).

Dacă pasta de ciment conține substanțe care-i măresc timpul de început și sfîrșit de priză, este posibil ca răcirea coloanei să

se facă înaintea procesului de întărire; în aceste cazuri variațiile de temperatură pot apărea după golirea coloanei și predarea către beneficiar (cele mai frecvente sînt variațiile corespunzătoare trecerii de la un anotimp la altul, sau atunci cînd sînt vehiculate fluide cu temperaturi diferite de cele ale coloanei).

Efectele distructive ale contracției cimentului dintre două secțiuni consecutive (cintre sau mufe — în cazul coloanelor cu diametre normale), este probabil una din principalele cauze ale cimentărilor nereușite. În prezent nu este cunoscută, cu exactitate, legea de variație a forței provenită din exotermia cimentului; nu este cunoscută, de asemenea, legea după care se face schimbul de căldură între cele patru elemente: rocă, inelul de ciment, peretele coloanei de burlane și fluidul din interiorul coloanei. Pericolul principal apare la cimentarea coloanelor cu diametre mari deoarece, se pare, datorită volumelor mari de pastă de ciment, procesul exotermic are un timp îndelungat astfel încît chiar dacă se răcește coloana prin circulație pe durata cimentării și a prizei, este posibil ca transmisia de căldură către rocă să fi avut valori mari, imposibil de anulat în intervalul de timp dintre două tranșe!

În aceste condiții este cert că stabilirea constantei volumului pietrelor de ciment în buletinele de analiză ale acestuia nu mai sînt suficiente; este absolut obligatoriu să se analizeze comportarea pietrei de ciment într-un spațiu inelar prevăzut cu variații de secțiune, în ipoteza că tubul interior este supus unor răciri și încălziri alternative.

Un alt element care contribuie la păstrarea unor tensiuni remanente în peretele coloanelor de burlane cu diametre mari îl constituie presiunea exterioară. În prezent, stabilirea grosimii de perete a coloanei se face tot într-o presupunere foarte severă: coloana se golește la interior pe toată lungimea dar numai după întărirea completă a cimentului, iar presiunea de calcul, maximă, este dată de presiunea coloanei hidrostatice de fluid (a noroiului dinaintea cimentării). Deoarece în prezent, în peretele coloanelor tubate sînt prevăzute orificii pentru depresurizare, trebuie să se admită că valoarea normală a presiunii de calcul (și aceasta în condiții severe), este dată de presiunea diferențială care apare în presupunerea că pasta de ciment introdusă în spațiul inelar formează o coloană fluidă continuă (pînă la nivelul primei tranșe de ciment, obligatorie în orice tehnologie adoptată pentru diametre mari).

Pentru un caz concret, la o coloană cu lungimea $L = 500$ m, care se cimentează cu pastă de ciment cu greutatea specifică $\gamma_p = 1{,}8$ daN/dm^3 și un noroi de foraj cu $\gamma_n = 1{,}2$ daN/dm^3, presiunea diferențială maximă,

$$p_{d_{max}} = \frac{500(1{,}8 - 1{,}2)}{10} = 30 \text{ daN/cm}^2,$$

față de presiunea cu care se lucra pînă acum,

$$p_{max} = \frac{500 \cdot 1{,}2}{10} = 60 \text{ daN/cm}^2,$$

reducere substanțială, care se va transpune în economie de metal și reducere a timpului de confecționare a burlanelor (la sondă și în uzină).

Bibliografie

[1] Iordache, G. *Elemente pentru calculul și tehnologia cimentării coloanelor cu diametre mari.* Mine, Petrol și Gaze, nr. 3, 1982.

[2] Pavel, A. *Rezistența elastomecanostatică a coloanelor de tubare cu diametre mari.* Mine, Petrol și Gaze, nr. 8, 1982.

Articolul a intrat în redacție la 8 dec. 1982

Cîteva aspecte privind hidraulica sapei în condiţii de şantier

Asist. ing. L. Avram
I.P.G. Ploieşti

Hidraulica sapei de foraj este legată, în principal, de următorii factori :

— debitul fluidului de foraj ;

— viteza şi puterea jeturilor ;

— căderea de presiune în duze, calitatea fluidului de foraj şi altele.

Vom analiza, în cele ce urmează, debitul de circulaţie necesar răcirii sapei, spălării tălpii şi transportului detritusului la suprafaţă, stabilind o ecuaţie simplă ce leagă acest debit de diametrul sapei ; vom face cîteva referiri la viteza şi puterea jeturilor, distribuţia presiunii dinamice pe talpa sondei şi curgerea paralelă cu talpa ; vom încheia cu un aspect calitativ : fluidul de foraj pe bază de polimeri.

Debitul de circulaţie Q trebuie să asigure, în sine, răcirea sapei şi transportul detritusului la suprafaţă, în condiţiile utilizării unui noroi cu caracteristici corespunzătoare. Iar spălarea tălpii de detritus, o altă funcţie de bază a fluidului de foraj, este legată, efectiv, de viteza de jet a fluidului utilizat.

Se ştie că, teoretic, debitul de circulaţie, aşa-zisul debit minim tehnologic, se stabileşte ca fiind max (Q_{deg}, Q_{ev}) :

$$Q_{min} = \max (Q_{deg}, Q_{ev}). \qquad (1)$$

Q_{deg}, adică debitul minim necesar degajării detritusului de pe talpa, este dat de relaţia :

$$Q_{deg} = Q_{sp} \cdot A_t = Q_{sp} \cdot \frac{\pi}{4} \cdot D_s^2, \text{ dm}^3/\text{s}, \qquad (2)$$

în care :

Q_{sp} reprezintă debitul specific, dm³/s.cm² ; informativ ;

$$Q_{sp} = 0{,}04 \div 0{,}065 \text{ dm}^3/\text{s.cm}^2 ;$$

A_t — aria suprafeţei transversale a tălpii, cm² ;

D_s — diametrul sapei, cm.

Debitul minim necesar evacuării detritusului :

$$Q_{ev} = V_a \cdot A_{si} = V_a \cdot \frac{\pi}{4} \cdot (KD_s^2 - D_p^2), \qquad (3)$$

unde :

V_a reprezintă viteza ascensională minimă prin spaţiul inelar, dm/s ; informativ, $V_a = 4 \div 11$ dm/s ;

A_{si} — aria secţiunii transversale a spaţiului inelar, dm² ;

K — coeficient ce ţine seama de neuniformitatea găurii de sondă ;

D_p — diametrul nominal al prăjinilor de foraj, dm.

Practica de şantier a condus la o variaţie $Q = f(D_s)$ (căci celelalte elemente de dependenţă le putem considera constante acceptabile şi accesibile) conformă cu figura 1.

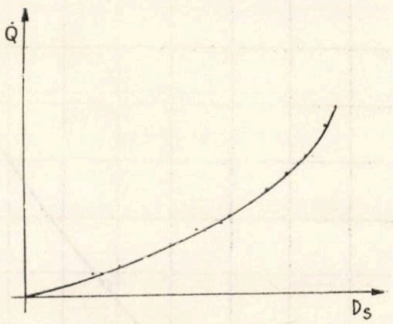


Fig. 1. Influenţa diametrului sapei asupra debitului de circulaţie

Urmărind îndeaproape o astfel de curbă, concluzia la care am ajuns a fost că îl putem exprima pe $Q = f(D_s)$ astfel :

$$Q = a \cdot D_s^2 + b \cdot D_s \qquad (4)$$

Mai precis :

$$a = 0{,}2,$$

$$b = 0{,}6, \text{ aşa încît}$$

$$Q = 0{,}2 \cdot D_s^2 + 0{,}6 \cdot D_s, \qquad (4')$$

D_s, in ; Q, dm³/s.

În fond, este vorba de o funcţie de gradul 2,

$y = ax^2 + bx + c$, în care :

$c = 0$; $a = 0{,}2$; $b = 0{,}6$.

Exprimată grafic, pentru domeniul $x > 0$, capătă alura din figura 2.

Cîteva exemple de calcul :

a) $D_s = 4\,^1/_2$ in (114,3 mm).

Conform relaţiei (4'),

$Q = 0{,}2 \cdot 4{,}5^2 + 0{,}6 \cdot 4{,}5 = 6{,}75$ dm³/s.

b) $D_s = 4\,^3/_4$ in (120,7 mm),

$Q = 0{,}2 \cdot 4{,}75^2 + 0{,}6 \cdot 4{,}75 = 7{,}36$ dm³/s.

c) $D_s = 9\,^7/_8$ in (250,8 mm),

$Q = 0{,}2 \cdot 9{,}875^2 + 0{,}6 \cdot 9{,}875 = 25{,}43$ dm³/s.

d) $D_s = 17\,^1/_2$ in (444,5 mm),

$Q = 0{,}2 \cdot 17{,}5^2 + 0{,}6 \cdot 17{,}5 = 71{,}75$ dm³/s.

Corespunzător acestor debite, pentru sapele curent utilizate, vitezele ascensionale în spațiul inelar le redăm în tabelul 1.

Valorile debitului, obținute din relația (4'), în condițiile funcționării sapei la apăsarea maximă, aplicate la o serie de sonde de pe structura X, au dat rezultate foarte bune (evident, corelate cu valori corespunzătoare ale celorlalți parametri hidraulici și mecanici).

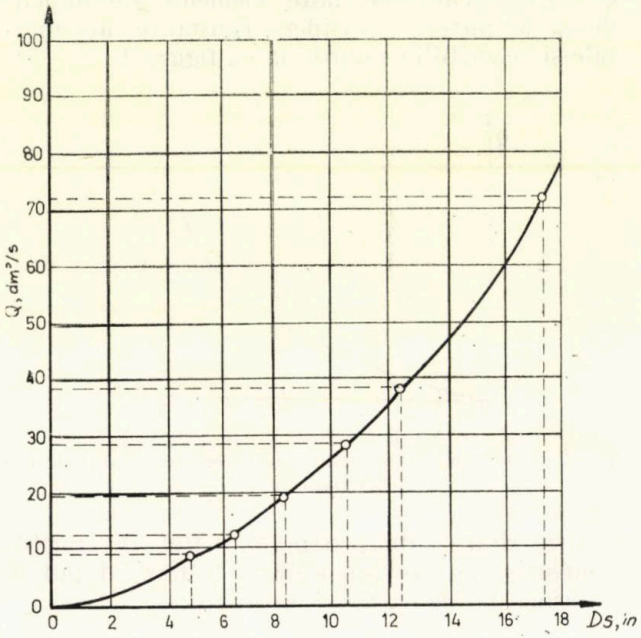


Fig. 2. Graficul funcției $Q = f(D_s)$

Tabelul 1

Diametrul sapei, D_s		Diametrul nominal al prăjinii, D_p		Debitul, Q	Viteza ascens. în sp. inelar, V_a
in	mm	in	mm	dm³/s	dm/s
$5^{13}/_{64}$	132,2	$3\,^1/_2$	88,9	8,536	11,3
$5\,^3/_8$	136,5	$3\,^1/_2$	88,9	9,003	10,7
$6\,^3/_8$	161,9	$3^1/_2$	88,9	12,35	8,5
$7\,^1/_2$	190,5	$4^1/_2$	114,3	15,75	8,6
$8\,^3/_8$	212,7	$4\,^1/_2$	114,3	19,05	7,5
$8\,^1/_2$	215,9	$4\,^1/_2$	114,3	19,55	7,42
$9\,^5/_8$	244,5	$4\,^1/_2$	114,3	24,3	7,09
$10\,^5/_8$	269,9	5	127	28,95	6,5
$11^{39}/_{64}$	295,0	5	127	33,92	6,09
$12\,^1/_4$	311,2	5	127	37,36	5,89
$13\,^5/_8$	346,1	5	127	45,3	5,56
$17\,^1/_2$	444,5	$5\,^9/_{16}$	141,3	71,75	5,1
20	508,0	$5\,^9/_{16}$	141,3	92	4,9

Variabila ce contribuie efectiv la spălarea tălpii de detritus este *viteza de jet*, pe care vom încerca s-o corelăm cu forabilitatea formațiunii (viteza mecanică de foraj, într-o primă instanță).

Practic s-a constatat că valorile maxime ale vitezei mecanice limitează viteza de jet a fluidului de foraj la $130 \div 140$ m/s; altfel spus, pentru o apăsare și turație date, codițiile spălării perfecte au fost asigurate. Pentru un foarte mare număr de sonde urmărite, dependența $V = f(V_j)$ este conformă cu figura 3.

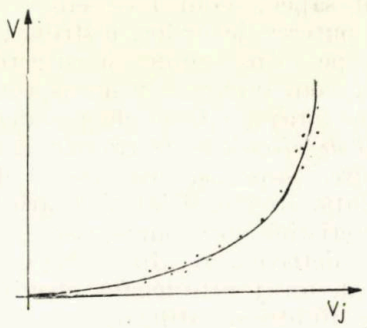


Fig. 3. Influența vitezei jeturilor asupra vitezei de avansare

Urmărită îndeaproape, o astfel de curbă conduce la o relație de forma:

$$V = \frac{V_j}{c + d \cdot V_j}, \qquad (5)$$

în care:

V este viteza mecanică, m/h;

V_j — viteza jeturilor, m/s;

c, d — constante ale căror valori depind de proprietățile rocii, tipul constructiv al sapei, debitul de fluid de foraj, mărimile apăsării și turației, forma și dimensiunile duzei etc.

În ipoteza că se utilizează debitul adecvat pentru fiecare diametru de sapă (relația (4')) și, totodată, celelalte elemente de dependență au valori optime, atunci pentru rocile de tărie medie și medie-tare, constantele c și d capătă valorile (s-au luat în considerare un foarte mare număr de sonde de pe diverse structuri):

$$c = 100;$$

$$d = -0{,}7.$$

Așadar,

$$V = \frac{V_j}{100 - 0{,}7 \cdot V_j}, \qquad (5')$$

V_j m/s; V, m/h.

Graficul $V = f(V_j)$, corespunzător relației (5′), este redat în figura 4.

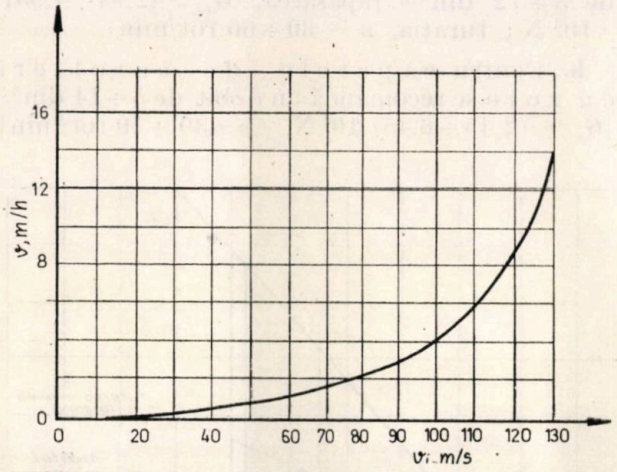


Fig. 4. Graficul funcției $V = (V_j)$

Cum $V > 0$, $V_j > 0$, va trebui ca și numitorul fracției din relația (5′) să fie pozitiv :

$$100 - 0{,}7 \cdot V_j > 0,$$

adică : $V_j < 142$ m/s.

Într-adevăr, pentru viteze ale jeturilor mai mari de $130 \div 140$ m/s, viteza mecanică încetează să mai crească (nu-i de neglijat nici faptul că, la astfel de viteze ale jeturilor, cheltuielile legate de exploatarea pompelor cresc foarte mult) ; totodată, pentru astfel de valori, jeturile pot avea și un efect eroziv, mai ales în rocile slab consolidate. Rămîne, așadar, în atenție, intervalul 70-130 m/s.

Invers pusă problema, adică dacă am corela $V_j = f(V)$ (înțelegînd prin V, „forabilitatea" formațiunii), atunci :

$$V_j = \frac{V}{0{,}01 + 0{,}007\,V} \; ; \; V_j, \text{ m/s } V, \text{ m/h} \quad (5'').$$

Exprimată grafic, capătă alura din figura 5.

Jeturile de fluid îndepărtează particulele de detritus de pe talpă, la început, datorită impactului fluidului cu talpa ; după impact, fluidul se împrăștie paralel cu talpa sondei. Încrucișarea fluidului răspîndit prin impactul unuia dintre jeturi cu fluidul răspîndit de celelalte jeturi va duce la mișcarea rezultată ce va curăța talpa, va spăla dinții și rolele sapei, apoi va antrena detritusul la suprafață.

În figura 6 este redat profilul și distribuția vitezelor în diverse secțiuni ale unui jet înecat. Se au în vedere două aspecte : sapa, împreună cu garnitura de foraj se află în mișcare de rotație, iar înclinarea duzelor față de axa sondei este mică (max. $5° \div 6°$) ; așa încît se poate considera un impact, așa-zis „pur", al fluidului cu talpa sondei.

Se remarcă, în zona inițială, existența unui nucleu interior în care viteza este constantă și egală cu cea de la ieșirea din duză, V_0. Apoi,pe

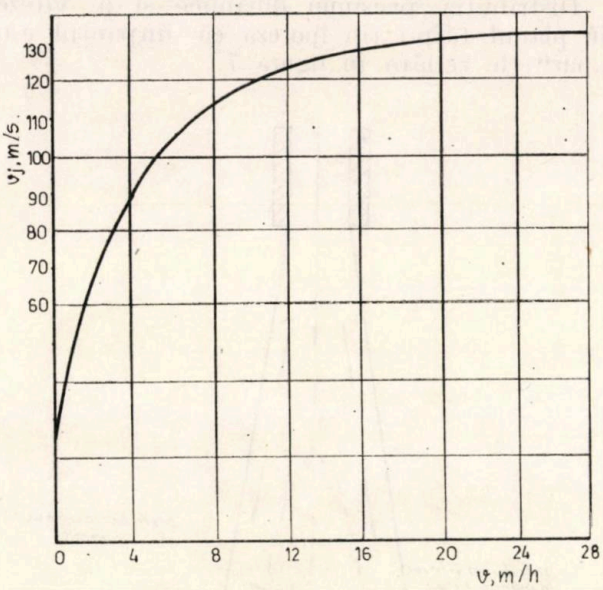


Fig. 5.

măsură ce se îngroașă zona de bază, nucleul se subțiază continuu și, la o anumită distanță de duză, dispare complet. Atunci cînd duza are profilul cu intrarea eliptică, miezul cu viteză constantă se păstrează pînă la $5{,}8\,d_0$, iar la cele cu intrarea dreaptă, $l_0 = 3\,d_0$. Cum la sapele de construcție curentă forma duzelor conduce la o valoare $l_0 = 6d_0$, iar distanța pînă la talpă depășește de două-trei ori această valoare, fapt ce duce la o presiune dinamică pe

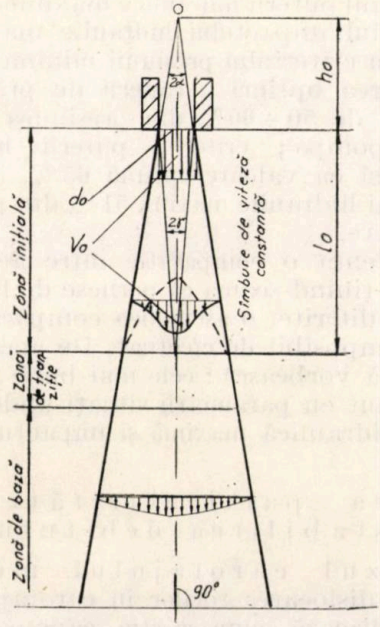


Fig. 6. Profilul și distribuția vitezelor în diverse secțiuni ale unui jet

talpă doar de 20÷40% din valoarea inițială, se impune apropierea ieșirii duzelor de talpa sondei (ca la sapa „Maxijet").

Distribuția presiunii dinamice și a vitezei în planul tălpii (în ipoteza că impactul este „pur") le redăm în figura 7.

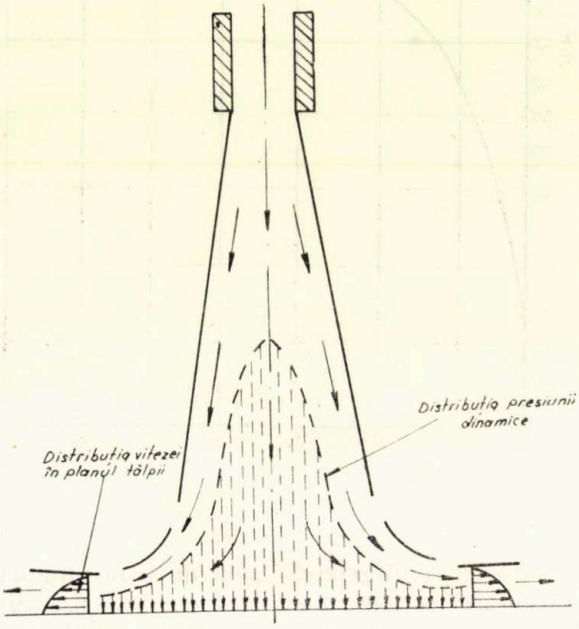


Fig. 7. Distribuția presiunii dinamice și a vitezei în planul tălpii

Referitor la *căderea de presiune în duze*, avem la îndemînă rezultatele celor trei criterii de optimizare (mai des utilizate):

- criteriul presiunii minime la pompă;
- criteriul puterii hidraulice maxime la talpă;
- criteriul impactului hidraulic maxim.

Conform criteriului presiunii minime la pompă, valoarea optimă a căderii de presiune în duze este de 50÷60% din presiunea disponibilă la pompă; criteriul puterii hidraulice maxime dă ca valoare optimă 65%, iar cel al impactului hidraulic maxim, 51% din presiunea de pompare.

Ne-ar tenta o comparație între aceste criterii, dar, ținînd seama că pornesc de la ipoteze de calcul diferite, o asemenea comparație pare aproape imposibil de efectuat. De aceea lăsăm practica să vorbească: cele mai bune rezultate s-au obținut cu parametrii situați undeva între puterea hidraulică maximă și impactul maxim (fig. 8).

Cîteva particularități privind stabilirea debitului

A. Cazul carotajului mecanic

Pentru dislocarea rocilor în carotajul mecanic se utilizează, cum se știe, capete de carotieră. Acestea pot fi: cu lame, cu role, cu inserții din material dur, pentru alice, cu diamante.

a. Pentru capetele de carotieră cu lame se recomandă un debit de spălare de 3÷12 dm³/s [apăsarea, $G_s = (2{,}94 \div 4{,}95) \cdot 10^4$ N; turația, $n = 30 \div 60$ rot/min].

b. Pentru capetele de carotieră cu role se recomandă un debit de 5÷14 dm³/s [$G_s = (2{,}45 \div 6{,}45) \cdot 10^4$ N, $n = 30 \div 50$ rot/min].

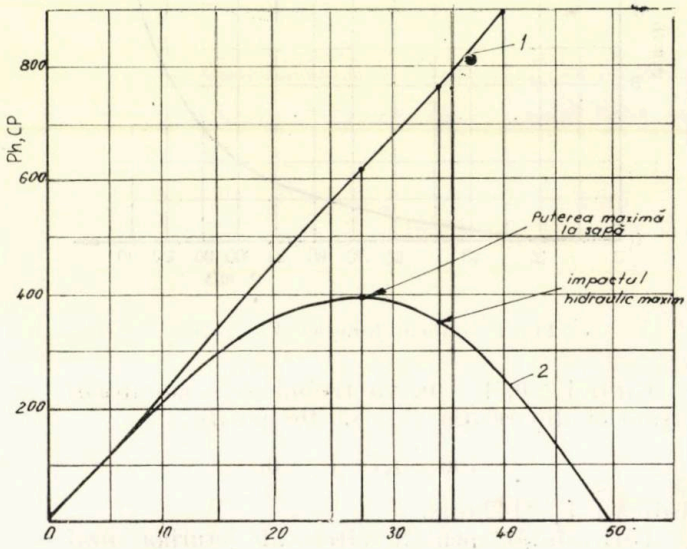


Fig. 8. *1.* Puterea dată de pompă la p = const. *2.* Variația puterii hidraulice de jet cu debitul

c. Și pentru capetele de carotieră cu inserții din material dur, debitul necesar spălării și evacuării detritusului, calculat cu relația (4'), este satisfăcător.

Mai acoperitoare, în acest caz, pare a fi valoarea debitului calculată cu relația:

$$Q = Q'_{sp} \cdot \frac{\pi}{4} \cdot (kD_s^2 - D_c^2), \text{ dm}^3/\text{s}, \qquad (7)$$

în care:

Q'_{sp} este debitul specific, dm³/s.cm²;

se recomandă:

$Q'_{sp} = 0{,}13 \div 0{,}2$, dm³/s.cm²,

$k = 1$;

D_s — diametrul nominal al capului de carotieră, cm;

D_c — diametrul carotei, cm.

Exemplu:

$D_s = 4$ in (101,6 mm),

$D_c = 70$ mm.

Conform relației (5) obținem :

$$Q = Q'_{sp} \cdot \frac{\pi}{4} \cdot (D_s^2 - D_c^2) =$$

$$= \begin{cases} Q_{min} = 0{,}13 \cdot \frac{\pi}{4} (10{,}16^2 - 7^2) = 5{,}5 \text{ dm}^3/\text{s}, \\ Q_{max} = 0{,}2 \cdot \frac{\pi}{4} (10{,}16^2 - 7^2) = 8{,}5 \text{ dm}^3/\text{s}. \end{cases}$$

Conform relației (4') :

$$Q = 0{,}2 \cdot 4^2 + 0{,}6 \cdot 4 = 5{,}6 \text{ dm}^3/\text{s}.$$

d. Capete de carotieră pentru alice

Pentru ca alicele întregi să nu fie aduse de la talpă în curentul ascendent al fluidului de foraj dar, totodată, alicele sfărîmate (uzate) să fie antrenate și depuse în decantor, se recomandă ca viteza ascensională V_a să nu depășească 2 dm/s. Deci :

$$Q < V_a \cdot \frac{\pi}{4} (D_s^2 - D_p^2), \quad \text{dm}^3/\text{s}, \qquad (8)$$

unde :

D_s este diametrul nominal al capului de carotieră pentru alice, dm ;

D_p — diametrul exterior al prăjinilor de foraj, dm.

Cele mai bune rezultate în carotajul mecanic cu alice s-au obținut folosind apa ca fluid de foraj. Pentru mărirea capacității de antrenare a detritusului se poate adăuga o substanță chimică adecvată.

e. Capete de carotieră cu diamante

Funcțiile principale ale fluidului de foraj sînt, în acest caz, răcirea diamantelor și îndepărtarea detritusului. Dimensiunile particulelor de detritus rezultate prin dislocarea cu scule cu diamante sînt mici, așa încît aducerea detritusului la suprafață se poate face cu viteze ascensionale de $3 \div 6$ dm/s, folosind apa ca fluid de foraj. Numai că, utilizarea apei implică o serie de măsuri ce trebuie luate pentru evitarea depunerii detritusului în timpul manevrelor, ținînd cont că tensiunea statică de forfecare a apei este practic nulă.

Dacă se folosește aerul ca fluid de foraj cu viteze ascensionale de $100 \div 200$ dm/s, se obține o curățirea perfectă a tălpii sondei și o evacuare integrală a detritusului.

Așadar :

$$Q = V_a \cdot \frac{\pi}{4} \cdot (D_s^2 - D_p^2), \text{ dm}^3/\text{s}, \qquad (9)$$

$V_a = 3 \div 6$ dm/s, dacă fluidul de foraj este apa ;

$V_a = 100 \div 200$ dm/s, dacă fluidul de foraj este aerul.

D_p este diametrul nominal al prăjinilor de foraj, dm.

Dacă se utilizează aerul ca fluid de foraj, punctăm cîteva cerințe practice :

- pentru evacuarea particulelor de detritus cu diametre mai mici de 2 mm, se recomandă viteze ascensionale ale aerului de $80 \div 100$ dm/s ; pentru particule cu $\Phi > 2$ mm se recomandă viteze de $120 \div 150$ dm/s. Pentru realizarea vitezei de $60 \div 80$ dm/s în găuri cu diametrul cuprins între $60 \div 93$ mm, este necesar un debit de aer de circa $3 \div 4$ m³/min $= 50 \div 67$ dm³/s ;
- la începutul fiecărui marș sonda se „usucă" cu sapa la $(0{,}5 \div 1)$ m mai sus de talpă (se circulă cu aer comprimat cca 10—15 min sau chiar mai mult).

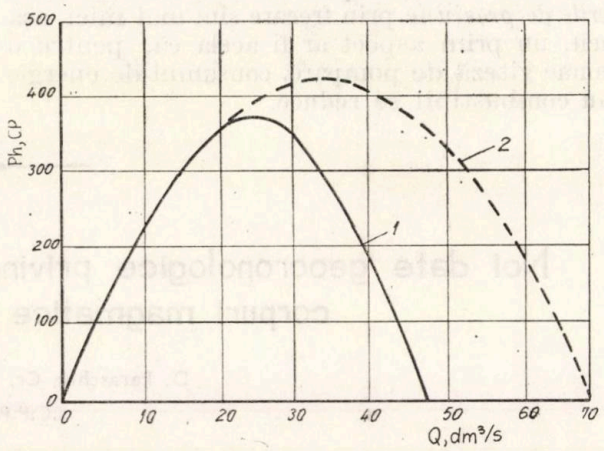


Fig. 9. *1.* Noroi convențional. *2.* Noroi pe bază de polimeri

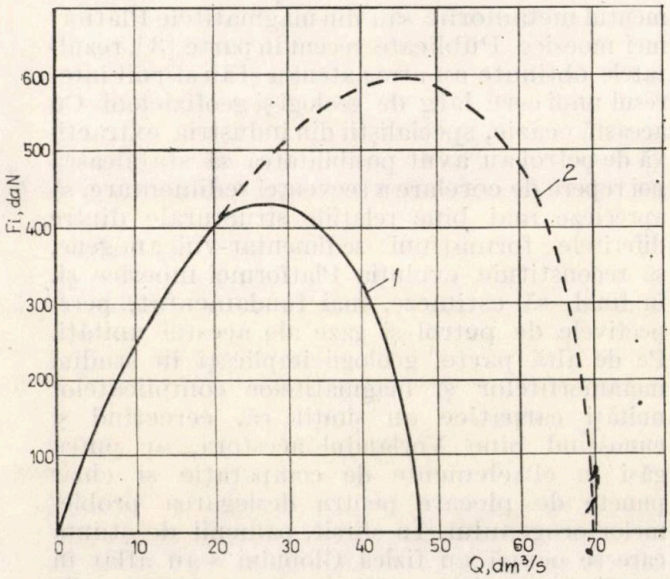


Fig. 10. *1.* Noroi obișnuit. *2.* Noroi pe bază de polimeri.

B. Cazul sapelor cu diametre mari

În acest caz, debitul fluidului de foraj se stabileşte pentru circulaţia inversă. Cum diametrele particulelor de rocă pot atinge, în acest caz, valori de pînă la 15 cm, viteza de deplasare a fluidului trebuie să asigure evacuarea acestora la suprafaţa. În acest caz :

$$Q = V_a \cdot \frac{\pi}{4} \cdot d_i^2, \quad \frac{\text{dm}^3}{\text{s}}, \qquad (10)$$

în care :

V_a este viteza asecensională minimă prin interiorul prăjinilor de foraj ; $V_a \geqslant 23$ dm/s ;

d_i — diametrul interior al prăjinilor de foraj, dm.

Legat de aceste particularizări, problema rămîne deschisă ; vom mai reveni asupra ei.

În cazul fluidelor pe bază de polimeri, *pierderile de presiune* prin frecare sînt mai mici, aşa încît, un prim aspect ar fi acela că, pentru o anume viteză de pompare, consumul de energie sau combustibil se reduce.

Nu ne-am propus să prezentăm detaliat caracteristicile fluidelor de foraj pe bază de polimeri, căderi de presiune etc., ci doar să punctăm, în figurile 9 şi 10, performanţele relative ale acestora şi noroaielor clasice.

Astfel, s-a constatat că, în condiţii optime de foraj, fluidele pe bază de polimeri pot asigura o putere hidraulică de pînă la 25,7% mai mare decît noroaiele convenţionale (fig. 9).

De asemenea, în aceleaşi condiţii de lucru, un fluid pe bază de polimeri poate da o forţă de impact mai mare cu 36% decît cea dată de un noroi convenţional (fig. 10).

Bibliografie

[1] Iordache, G. *Foraje speciale*. Ed. tehnică, 1977.
[2] Macovei, N. *Proiectarea regimului de foraj*. Ploieşti, 1978.
[3] Georgescu, Gh. *Tehnologia forării sondelor*. Curs an V. I.P.G. Ploieşti.
[4] Randall, B. V. *Optimum hydraulics in the oil patch*. Petroleum Engineer, sept. 1975.
[5] Anderson, D. B., Randall, B. V. *Flow of mud during drilling operations*. Petroleum Engineer, sept. 1980.
[6] Anderson, D. B. World Oil, apr. 1981.
[7] Dravăţ, I. ş.a. *Forajul cu jet*. Ed. tehnică, 1971.

Noi date geocronologice privind fundamentul metamorfic şi unele corpuri magmatice din Platforma moesică

D. Paraschiv, Cr. Demetrescu, M. Soroiu

I.C.P.P.G. Cîmpina

În ultimul timp s-au iniţiat determinări de vîrstă izotopică, modelul potasiu-argon, pe mai multe eşantioane (carote) recuperate din fundamentul metamorfic sau din magmatitele Platformei moesice. Publicate recent în parte [3], rezultatele obţinute au atras atenţia şi au stîrnit interesul unui cerc larg de geologi şi geofizicieni. Cu această ocazie, specialiştii din industria extractivă de petrol au avut posibilitatea să stabilească noi repere de corelare a secvenţei sedimentare, să aprecieze mai bine relaţiile structurale dintre diferitele formaţiuni sedimentar-vulcanogene, să reconstituie evoluţia Platformei moesice şi, în final, să estimeze, mai fundamentat, perspectivele de petrol şi gaze ale acestei unităţi. Pe de altă parte, geologii implicaţi în studiul metamorfitelor şi magmatitelor complicatelor unităţi carpatice au simţit că, cercetînd şi cunoscînd bine Vorlandul acestora, ar putea găsi în el elemente de comparaţie şi chiar puncte de plecare pentru deslegarea problemelor orogenului. În sfîrşit, oamenii de ştiinţă care se ocupă cu fizica Globului s-au aflat în posesia unor date suplimentare şi foarte utile referitoare la regimul geotermic şi paleomagnetic, precum şi la zonele de interes seismotectonic din ţara noastră. Dată fiind poziţia pozitivă manifestată de cercurile de specialitate, determinările de vîrstă izotopică au fost reluate pe încă nouă eşantioane, provenind de la şapte sonde. Rezultatele la care s-a ajuns fac obiectul prezentului articol.

Tehnica de laborator, în cazul determinărilor efectuate, este cea aplicată şi în lucrările anterioare. În dozarea potasiului s-a folosit analiza prin activare cu neutroni rapizi, iar pentru dozarea argonului radiogenic — analiză prin activare cu neutroni termici. La calcularea vîrstelor izotopice K—Ar, s-au utilizat constantele : $\lambda\beta = 4{,}962 \cdot 10^{-10}$ an^{-1}, $\lambda e + \lambda e = 0{,}581 \cdot 10^{-10}$ an^{-1} şi $^{40}K = 0{,}0167$ atom %.

Valorile obţinute confirmă numai în parte vîrsta prezumtivă a unor nivele de roci efuzive. În alte cazuri, însă, datele din tabel diferă substanţial de opiniile exprimate în studiile sau lucrările publicate. Cu o singură excepţie, noile valori susţin concluziile formulate pe baza primelor rezultate [3], aşa cum se poate constata în cele ce urmează.

Tabelul 1

Datele de referință și rezultatele analizelor efectuate

Sonda nr.	Adînc. probei, m	Tipul rocii	Materialul analizat	K, %	^{40}Ar. rad 10^{-9} g/g	Vîrsta, mil ani
3 545 Străjești	3 758—61	micașist	mică albă	6,51	289,7	549±16
	3 735—39	paragnais	mică albă	5,63	230,0	510±16
			biotit	5,44	217,8	501±15
921 Mogoșești	3 553—56	melafir	rocă globală	3,51	114,0	417±5
81 Morunglav	2 742—44	bazalt	rocă globală	0,90	18,9	279±9
2 402 Recea	2 864—67	bazalt	rocă globală	2,17	43,3	265±8
35 Dobreni	2 019—20	porfirit dioritic	biotit	4,52	82,3	245±8
20 Caracal	3 000—01	diabaz	rocă globală	3,36	54,6	220±6
5215 Pădureți	5 252—53	bazalt	rocă globală	1,87	31,5	228±9
	6 003—05	bazalt	rocă globală	1,46	13,2	126±4

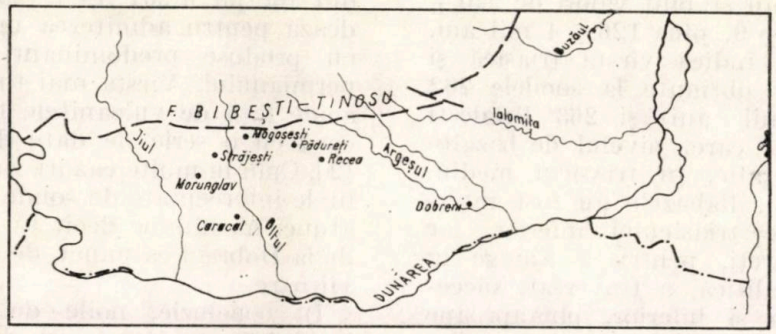


Fig. 1. Poziția sondelor la care s-au făcut determinări de vîrsta izotopică

1. *Fundamentul metamorfic*, întîlnit de sonda 3545 Străjești, a fost investigat cu două carote. Prima (adîncime 3 735—3 739 m) indică paragnaise cu biotit, cuarțo-feldspatice, diaftorizate. Din acest nivel s-au făcut două determinări de vîrstă absolută, rezultatul obținut fiind de 501±15 mil ani și, respectiv, 510±16 mil ani. Cea de-a doua carotă, luată cu 23 m mai jos (3 758—3 761 m), reprezintă micașist diaftorizat, filonitizat. Valoarea determinată pe eșantionul respectiv este de 549±16 mil ani. Această din urmă vîrstă concordă perfect cu datele raportate anterior la sondele 3 317 Oporelu (566±11) și 4 501 Budești (543±17 mil ani, pe două probe), precum și cu vîrsta seriei șisturilor verzi din Dobrogea. Oarecum surprinzătoare apar valorile din prima carotă (501±15 și 510±16). Acestea ar putea fi explicate prin admiterea unor complicații tectonice sau prin existența unor corpuri intrusive în cuprinsul secvenței metamorfitelor. Oricum, concluzia formulată anterior [3] și anume că șisturile cristaline au fost metamorfozate în precambrian și diaftorizate în timpul diastrofismului assyntic, rămîne valabilă. Posibile evenimente magmatice sau procese de încălecare, survenite ulterior, de exemplu în faza sardă, sînt de admis pentru a explica unele diferențe locale, de vîrstă.

2. *Magmatitele* examinate sînt reprezentate prin bazalte, melafire și porfirite dioritice, provenind de la șase sonde.

Un rezultat surprinzător, dar explicabil, s-a consemnat la sonda 921 Mogoșești, pe intervalul 3 553—3 556 m. Eșantionul în cauză constă dintr-un melafir alterat, subaerian, după cîte se pare, remaniat în conglomeratele permiene. Vîrsta de 417±5 mil ani constituie cea mai mare valoare obținută pînă în prezent în cazul magmatitelor intrusive și efuzive din Platforma moesică și vine în contradicție cu vîrsta formațiunii subjacente. După cum se știe, conglomeratele de la Mogoșești se dispun peste granite care, în aceeași sondă 921, au vîrsta izotopică de 371±11 mil ani [3]. Valoarea de 417±5 mil ani plasează melafirele amintite în silurian, fapt care concordă per-

fect cu existența în argilitele cu graptoliți a unui nivel de cinerite bazice.

Ținîndu-se seama de contextul geologic regional, bazaltele întîlnite de sonda 81 Morunglav, pe intervalul 2 742 — 2 744 m, au fost atribuite, inițial, triasicului mediu. Vîrsta de 279 ± 9 mil ani indicată de eșantionul analizat este, practic, similară valorilor provenind de la sondele 10 Slatina (289 ± 9), 4 242 Gliganu (281 ± 10, pe două eșantioane) și 100 Balș (281 ± 9). Aceste valori foarte apropiate întăresc convingerea că efuziunile bazice pretriasice, traversate de numeroase foraje, au avut loc la începutul permianului, poate, chiar în timpul diastrofismului asturic.

Este posibil ca și bazaltele semnalate de forajul 2 402 Recea să aparțină aceleiași faze de erupțiuni. Vîrsta izotopică de 265 ± 9 mil ani este foarte apropiată de cea determinată pe rocile bazice provenind de la sondele menționate anterior.

Rămînînd în domeniul vulcanitelor bazice, se impun subliniate rezultatele de la Caracal și Pădureți, unde s-au stabilit valori de 220 ± 6 și, respectiv, 228 ± 9, plus 126 ± 4 mil ani. Primele două valori indică vîrsta triasică și sînt apropiate celor obținute la sondele 262 Brădești (218 ± 10 mil ani) și 263 Brădești (207 ± 10 mil ani) la care, nivelul de bazalte se plasează, stratigrafic, în triasicul mediu. În sonda 20 Caracal, diabazele au fost interceptate sub gresiile triasicului inferior, iar forajul 5 215 Pădureți, pentru a ajunge la prima secvență bazalitică, a traversat, succesiv, triasicul mediu și inferior, plus aproape 1 000 m de argile cu anhidrit, gresii, conglomerate și breccii vulcanice, permiene.

Valorile observate de la Caracal și Pădureți ar putea fi explicate în trei variante. O primă alternativă ar fi aceea că vulcanitele respective aparțin fazei permiene, dar că ele au fost alterate, hidrotermal, în faza triasică. Unei astfel de variante se opun bazaltele de la Pădureți, care apar proaspete, nealterate. În a doua variantă s-ar putea admite natura filoniană a rocilor în discuție. Diabazele de la Caracal, însă, sînt de tip spilitic, ceea ce oferă prea puține șanse unei atari interpretări. În a treia alternativă ar trebui să se admită existența unor complicații tectonice, de tipul încălecărilor, situație aberantă la prima vedere dar nu imposibilă, ținîndu-se seama că aspecte de acest gen apar mai jos, chiar în profilul sondei 5 215 Pădureți.

Cea mai surprinzătoare valoare, de 126 ± 4 mil ani, s-a consemnat la aceeași sondă, 5 215 Pădureți, pe intervalul 6 003 — 6 005 m, adică cu 752 m sub nivelul eșantionului de 228 ± 9 mil ani vechime. Stratigrafic, bazaltele, a căror vîrstă este de 126 ± 4 mil ani, sînt acoperite de granite diaftorizate, probabil aceleași de la Mogoșești, de vîrstă devoniană (371 ± 11 mil ani). Peste granite se dispune secvența bazaltică superioară, amintită mai sus (228 ± 9 mil ani). În lumina datelor prezentate, întreaga succesiune pretriasică de la Pădureți apare stranie. Cea mai la îndemînă variantă, capabilă să împace actualele elemente de cunoaștere, ar fi existența unor solzi, fapt care s-ar corela cu situația de la Gliganu, zonă situată la circa 20 km est de Pădureți. Nu se exclud nici efectele unor eventuale procese termodinamice în apropierea dislocațiilor din regiune. Oricum, analizele fiind repetate, valorile obținute n-ar trebui puse sub semnul întrebării.

Singurele roci permiene acide, datate pînă în prezent în Patforma moesică, provin de la sonda 35 Dobreni, intervalul 2 019 — 2 020 m. Este vorba de un dyck de porfirite dioritice. Valoarea de 245 ± 8 mil ani, practic similară cu cea a porfiritelor piroxenice de la sonda 5 Strîmbeni (243 ± 12 mil ani) și cu a doleritelor din forajul 4 207 Leu (250 ± 8 mil ani), pledează pentru admiterea unei faze magmatice, cu produse predominant acide, la mijlocul permianului. Vîrsta mai tînără a magmatitelor acide față de vulcanitele bazice este în dezacord cu o serie de date de ordin stratigrafic [2]. Cum în multe cazuri s-a constatat că rhyolitele interceptate de sonde sînt de tip filonian, atunci nu rămîne decît să se considere situața de la Dobreni ca punct de plecare în cercetarea viitoare.

În concluzie, noile determinări de vîrstă izotopică, coroborate cu datele anterioare [3], întăresc opinia potrivit căreia, magmatitele din Platforma moesică s-au pus în loc în mai multe etape: silurian (417 mil ani), devonian (numai intruziuni, 350 — 371 mil ani), permian (265 — 289 mil ani și 243 — 250 mil ani) și triasic (207 — 228 mil ani). Concluziile acestui articol ar trebui etichetate ca rezultate de etapă, întrucît cercetările vor continua.

Bibliografie

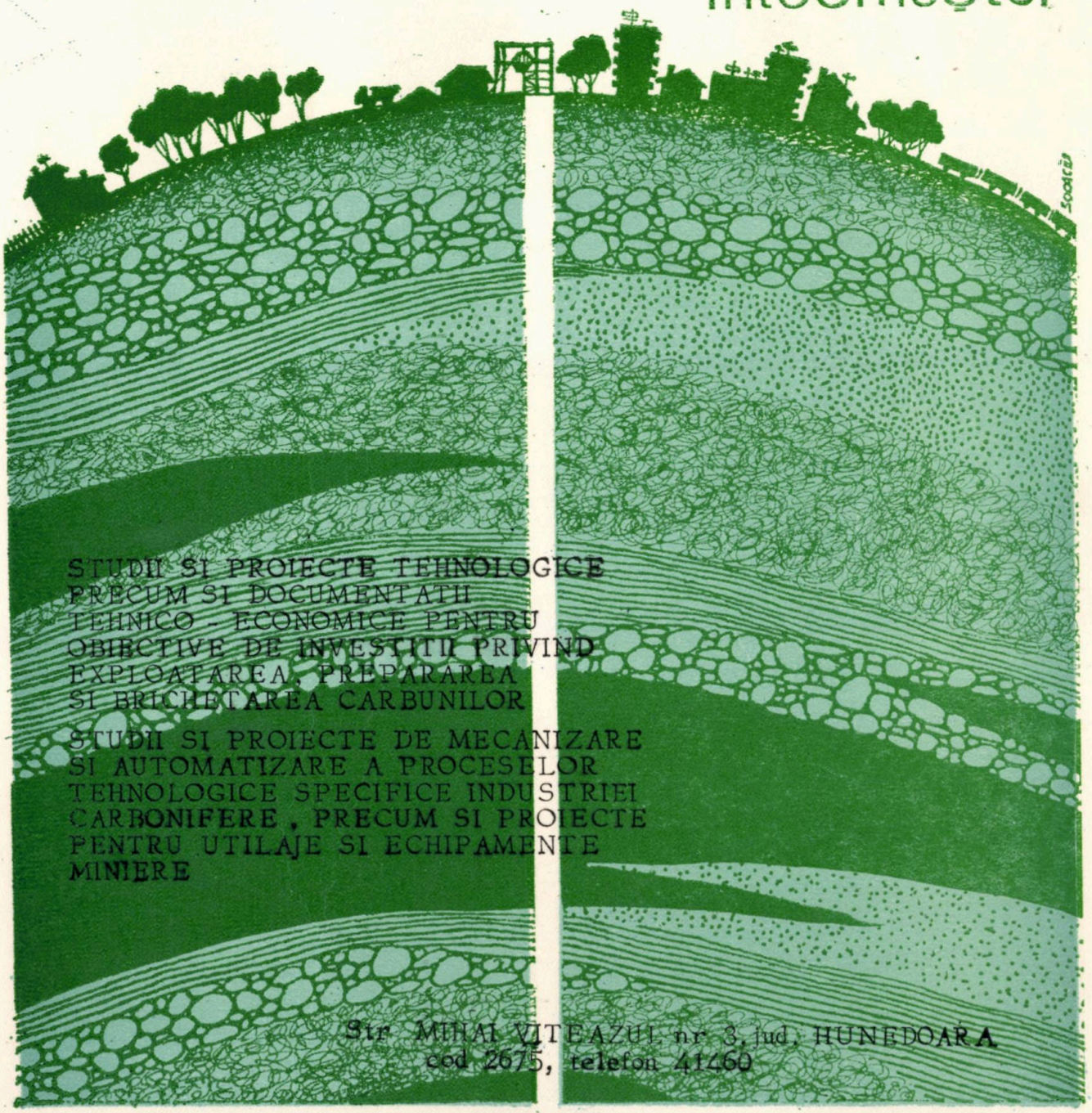
[1] Minzatu, S. ș.a. *Date geocronologice obținute pentru formațiuni cristalofiliene și masive eruptive din România.* D.S. Inst. geol., geof. LXI/5, p. 85 — 111, București, 1975.

[2] Paraschiv. D. *Considerații asupra poziției stratigrafice și vîrstei unor magmatite efuzive din Platforma moesică.* St. cerc. geol., geof., geogr., seria geol., 23/2, p. 291 — 298, București. 1978.

[3] Paraschiv, D., Demetrescu, Cr, Soroiu, M. *Date geocronologice referitoare la fundamentul metamorfic și la unele corpuri magmatice din Platforma moesică.* Mine, Petrol și Gaze, nr. 5, p. 239 — 243, București, 1982.

INSTITUTUL DE CERCETĂRI ȘI PROIECTĂRI MINIERE PENTRU CĂRBUNE PETROȘANI

întocmește:



STUDII SI PROIECTE TEHNOLOGICE PRECUM SI DOCUMENTATII TEHNICO - ECONOMICE PENTRU OBIECTIVE DE INVESTITII PRIVIND EXPLOATAREA, PREPARAREA SI BRICHETAREA CARBUNILOR

STUDII SI PROIECTE DE MECANIZARE SI AUTOMATIZARE A PROCESELOR TEHNOLOGICE SPECIFICE INDUSTRIEI CARBONIFERE, PRECUM SI PROIECTE PENTRU UTILAJE SI ECHIPAMENTE MINIERE

Str. MIHAI VITEAZUL nr. 3, jud. HUNEDOARA
cod 2675, telefon 41460

1983 MAJ 2 4

RESEARCH AND DESIGN INSTITUTE FOR OIL AND GAS - CÎMPINA

carries out:

- GAS-CHROMATOGRAPHIC, POTENTIOMETRIC, SPECTROPHOTOMETRIC ANALYSIS TO ETABLISH THE COMPLETE COMPOSITION OF FLUIDS PRODUCED IN THE HYDROCARBON FIELDS;
- PHYSICOCHEMICAL ANALYSIS TO CHARACTERIZE THE SOLID ABSORBENTS (ACTIVE CARBON, MOLECULAR SIEVES, SILICA GEL) USED IN GAS CONDITIONING TECHNOLOGIES.

elaborates technologies for:

- Gas treatment (C_2+hydrocarbons production, dehydrating, desulphuration) etc;
- Oil cleaning (removal of water and mechanical impurities);
- Rheologic caracteristics improvement of viscous and high refrigeration oils for pipe-line transportation;
- Residual waters conditioning for technologic injection in oil and gas fields;
- Well treatment to control sand rush and water channelling;
- Production increase by alkaline and surfactant solutions injections;
- Reduction of hydrocarbon losses, light crude stabilization, production of oil from residues and residual water etc;
- Additives for the elaboration of drilling fluids and cement slurries utilised for drilling and cementing of oil and gas wells;
- Drilling fluids and cement slurries for offshore drilling;
- Drilling fluids with high thermical atability for drilling of deep and ultra deep wells;
- Drilling fluids for penetration of the productive horizon;
- Physicochemical analysis of the additives used to prepare the drilling fluids and cement slurries;
- Physicochemical analysis of the fluid loss of drilling fluids;
- Elaboration of the equipment for testing the rheologic and fluid loss properties of the drilling fluids, at high temperatures and pressures.

ADRESS:
INSTITUTUL DE CERCETĂRI ȘI PROIECTĂRI PENTRU PETROL ȘI GAZE - CÎMPINA, str. Culturii 29, tel. 31730, cod 2150

E 1445

04

MINE
PETROL
GAZE

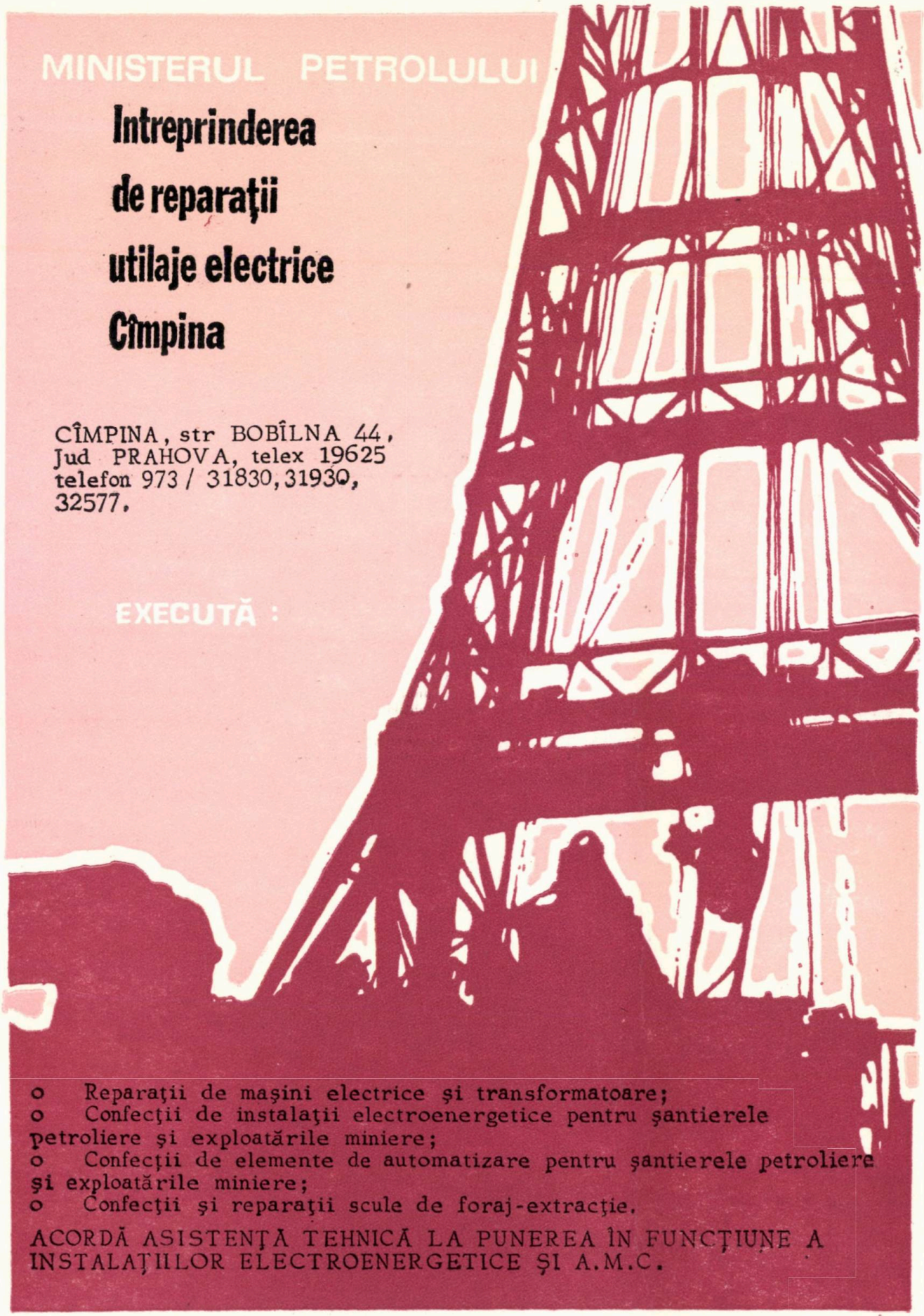
BUCUREȘTI - ROMÂNIA * Vol. 34, martie 1983

3

MINISTERUL PETROLULUI

Intreprinderea de reparaţii utilaje electrice Cîmpina

CÎMPINA, str BOBÎLNA 44,
Jud PRAHOVA, telex 19625
telefon 973 / 31830, 31930,
32577.



EXECUTĂ :

- Reparaţii de maşini electrice şi transformatoare;
- Confecţii de instalaţii electroenergetice pentru şantierele petroliere şi exploatările miniere;
- Confecţii de elemente de automatizare pentru şantierele petroliere şi exploatările miniere;
- Confecţii şi reparaţii scule de foraj-extracţie.

ACORDĂ ASISTENŢĂ TEHNICĂ LA PUNEREA ÎN FUNCŢIUNE A INSTALAŢIILOR ELECTROENERGETICE ŞI A.M.C.

CONTENTS

C.Z. 622.27 : 622.23 : 553.1 : 658.272

* * * *Technologies and equipment for the complete turning to account of the mining raw materials*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 3, 1983

C.Z. 622.349·21 : 622.524 : 65.012.1

Gaşpar, E. et al. *Tracer research for the description of hydrological conditions in the bauxite mines from Pădurea Craiului mauntains*

In order to determine the origin and the dynamic parameters of the water inflows in the bauxite mines in the Bihor county, the authors apply the method of multiple tracers, presenting the working methodology and a comparative study of the problem solving capacity, in specific conditions, using as tracers Iod—131, Rhodomina—B and the Cl—Ion.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 3, 1983

C.Z. 658—572.2 : 622.455 : 622.452 : 622.61/67

Zamfir, V. *Algorithm for the design of a lock type seal-off system, with statically balanced doors, for mining ventilation shafts usea also as circulation shafts*

The author presents the kinematic synthesis, kinematic and dynamic analysis of a lock type seal-off system, with statically balanced doors applicable in mining ventilation shafts used also as circulation shafts.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 3, 1983

C.Z. 622.457 : 622.232.7 : 622.33 : 622.86

Bălţăreţu, F. and Matei, I. *Determination of the ventilating capacity for longwall faces equipped with mechanized systems at the mines in Jiul Valley*

Based on the results obtained in the investigation of the ventilation process specific for longwall faces and taking into account the security standards, the authors worked out nomograms in order to determine the face production in an optimal alternative from the point of view of ventilation and methane outbursts.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 3, 1983

C.Z. 553.981 : 661.183.6

Beca, C. et al. *Crude oil reservoirs and zeolites*

Assuming that one of the factors determining the crude oil types is based on the characteristics of the zeolites in the productive geological formations, the authors considered a number of 123 crude-oil analyses from different reservoirs, establishing several classes (types) : paraffin base, naphtene-paraffin base, aromatic-napthene-paraffin base and aromatic-naphtene base.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 3, 1983

C.Z. 622.241 : 622.245.1/3

Calotă, N. *Investigation of the elasto-dynamic movement of the IS—MT—S system during the manoeuvre processes (I)*

The author investigates the dynamics of the vibrating processes occuring during the manoeuvre operations of the tubular material in the well. The methods for building the mechanical model, of obtaining and solving the mathematic model, in the conditions specific for different stages of the manoeuvre processes are presented. The possibility is thus created to calculate the states of motion and stresses in the elements of the IS—MT—S system for any development of the manoeuvre processes and to forecast undesired developments in order to avoid them in the practice of the manoeuvre processes.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 3, 1983

C.Z. 65.012.1 : 661.9

Cucuiat, M. et al. *The liquid phase Claus reaction—an application in the oil industry*

Within the Research and Design Institute for Petroleum and Gas from Cîmpina a process for the concomitant removal of hydrogen sulphide from a three-phase mixture of gases, crude-oil and reservoir water, by applying the liquid phase Claus reaction was developed and tested in semi-industrial field experiments. The process does not require special installations and works with a low consumption of chemicals and energy.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 3, 1983

C.Z. 553.981.551.24 : 65.012.1 : 681.1

Oltean, F. E. et al. *Equations of state in the engineering of state deposits (I)*

The authors consider the extent to which the Redlich-Kwong, Benedict-Webbi-Rubin and Starling-Han equations of state are applicable in the evaluation of the deviation from the natural gas ideality, with the purpose of using them in the engineering practice of natural gas deposits. The physical and mathematical interpretation of the problem and the results obtained by means of electronic computation techniques in estimating the compressibility factor in equations of state for non-typical (carbonic and nitride) and typical (containing mostly hydrocarbons) natural gases are presented.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 3, 1983

Information

СОДЕРЖАНИЕ

C.Z. 622.27 : 622.23 : 553.1 : 658.272

* * * *Технологии и оборудование полного использования минерального сырья*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 3, 1983

MINE, PETROL ŞI GAZE

ORGAN AL MINISTERULUI MINELOR ŞI AL MINISTERULUI PETROLULUI

ANUL XXXIV

Nr. 3 1983

CUPRINS

* * * **Consfătuire de lucru la C. C. al P.C.R. cu cadre de conducere şi oameni ai muncii din industria petrolului** 102

* * * **Tehnologii şi utilaje pentru valorificarea integrală a materiei prime miniere** 104

Gaşpar, E., Orăşeanu, I., Pop, I. şi Orăşeanu, N. **Cercetări cu trasori pentru precizarea condiţiilor hidrogeologice la exploatările de bauxită din Munţii Pădurea Craiului** . .109

Zamfir, V. **Algoritm pentru proiectarea unui sistem de etanşare tip ecluză într-un puţ minier de transport şi aeraj** 120

Bălţăreţu Florica şi Matei, I. **Stabilirea capacităţii de aerisire a abatajelor frontale echipate cu complexe mecanizate la minele din Valea Jiului** 130

Beca, C., Lazarovici Viorica şi Prodan, D. **Zăcămintele de ţiţei şi zeoliţii** 135

Calotă, N. **Cercetarea mişcării elastodinamice a sistemului IS—MT—S în timpul proceselor de manevră (I)** 139

Cucuiat, M., Popp, V., Ciovîrnache, V. şi Maer, A. **Reacţia Claus în fază lichidă — o aplicare în industria petrolieră** 147

Oltean, F. E., Henţe, L. M., Petre, M. şi Dumitrescu, F. **Ecuaţii de stare în ingineria zăcămintelor de gaze (I)** 149

COLEGIUL DE REDACŢIE

Ing. **VASILE SCRIPĂŢ,** preşedinte ; dr. ing. **GHEORGHE ALDEA** ; ing. **ŞTEFAN BENEA** ; dr. geol. **IOSIF BERCIA**; ing. **TEODOR BORU;** dr. ing. **GHEORGHE DONŢOV DANU;** ing. **VIRGIL FĂTU;** dr. ing. **IANCU GEANGĂLĂ** ; dr. ing. **FLOREA NEAGU;** ing. **NICOLAE PANTILIE; ELENA VRĂNCEANU,** redactor.

REZUMATE

* * * *Consfătuire de lucru la C.C. al P.C.R. cu cadre de conducere şi oameni ai muncii din industria petrolului*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34 nr. 3, 1983

C.Z. 622.27 : 622.23 : 553.1 : 658.272

* * * *Tehnologii şi utilaje pentru valorificarea integrală a materiei prime miniere*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 3, 1983

C.Z. 622.349.21 : 622.524 : 65.012.1

Gaşpar, E., Orăşeanu, I., Pop, I., Orăşeanu, N. *Cercetări cu trasori pentru precizarea condiţiilor hidrogeologice la exploatările de bauxită din Munţii Pădurea Craiului*

În vederea determinării originii şi parametrilor dinamici ai afluxurilor de ape din exploatările de bauxită din jud. Bihor, autorii aplică metoda trasorilor multipli, prezentînd metodologia de lucru şi un studiu comparativ al capacităţii de rezolvare a problemei, în condiţii concrete, folosind ca trasori Iod—131, Rhodamina—B şi ionul Cl. Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 3, 1983

C.Z. 658.512.2 : 622.455 : 622.452 : 622.61/67

Zamfir, V. *Algoritm pentru proiectarea unui sistem de etanşare tip ecluză, cu uşi static echilibrate, aplicabil în puţurile miniere de aeraj, amenajate pentru a fi folosite şi ca puţuri de transport*

Autorul expune sinteza cinematică, analiza cinematică şi dinamică a unui sistem de etanşare tip ecluză, cu uşi static echilibrate, aplicabil în puţurile miniere de aeraj, amenajate pentru a fi folosite şi ca puţuri de transport.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 3, 1983

CZ. 622.457 : 622.232.7 : 622.33 : 622.86

Bălţăreţu Florica şi Matei, I. *Stabilirea capacităţii de aerisire pentru abatajele frontale echipate cu complexe mecanizate la minele din Valea Jiului*

Pe baza rezultatelor obţinute din cercetarea procesului de aerisire specific abatajelor frontale şi ţinînd seama de prevederile normelor de securitate, autorii au întocmit nomograme care permit stabilirea producţiei unui abataj în varianta optimă din punctul de vedere al capacităţii de aerisire şi al degajărilor de metan.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 3, 1983

C.Z. 553.981 : 661.183.6

Beca, C., Lazarovici Viorica şi Prodan, D. *Zăcămintele de ţiţei şi zeoliţii*

Considerînd că unul din factorii care determină tipurile de ţiţeiuri are la bază proprietatea zeoliţilor din formaţiunile geologice productive, autorii au luat în considerare un număr de 123 de analize de ţiţeiuri din diferite zăcăminte, încadrînd ţiţeiurile în clase (tipuri) : parafinice, parafin-naftenice, parafin-naften-aromatice şi naften-aromatice. Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34 nr. 3, 1983

C.Z. 622.241 : 622.245.1/3

Calotă, N. *Cercetarea mişcării elastodinamice a sistemului IS—MT—S în timpul proceselor de manevră (I)*

Autorul cercetează dinamica proceselor vibratorii care apar în timpul operaţiilor de manevră a materialului tubular în sondă. Sînt prezentate metodele de construire a modelului mecanic, de obţinere a modelului matematic şi de rezolvare a celui din urmă, în condiţiile specifice diferitelor etaje ale procesului de manevră.

Este creată astfel posibilitatea calculării stărilor de mişcare şi de eforturi în elementele sistemului IS—MT—S pentru orice evoluţie a proceselor de manevră, putîndu-se prognoza evoluţiile necorespunzătoare, în vederea evitării lor în practica proceselor de manevră. Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 3, 1983

C.Z. 65.012.1 : 661.9

Cucuiat, M., Popp, V., Ciovîrnache, Vl. şi Maer, A. *Reacţia Claus în fază lichidă — o aplicare în industria petrolieră*

În cadrul Institutului de cercetări şi proiectări pentru petrol şi gaze de la Cîmpina a fost elaborat un proces de eliminare concomitentă a hidrogenului sulfurat dintr-un amestec trifazic de gaze, ţiţei şi apă de zăcămînt, aplicînd reacţia Claus în fază lichidă, care a fost verificat în experimente semi-industriale în şantier. Procedeul nu necesită instalaţii speciale şi se desfăşoară cu un consum scăzut de chimicale şi energie. Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 3, 1983

C.Z. 553.981 : 551.24 : 65.012.1 : 681.1

Oltean, F. E., Henţe, L. M., Petre, M. şi Dumitrescu, F. *Ecuaţii de stare în ingineria zăcămintelor de stare (I)*

Autorii analizează gradul în care sînt utilizabile ecuaţiile de stare Redlich-Kwong, Benedict-Webbi-Rubin şi Starling-Han pentru evaluarea abaterii de la idealitate a gazelor naturale, în scopul utilizării acestora în practica ingineriei zăcămintelor de gaze. După expunerea modului de interpretare fizic şi matematic al problemei sînt prezentate rezultatele obţinute, cu ajutorul tehnicii electronice de calcul, în evaluarea factorului de compresibilitate din ecuaţii de stare pentru gaze naturale netipice (carbonice şi azotoase) şi tipice (conţinînd în cvasitotalitate hidrocarburi). Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 3, 1983

C.Z. 622.349.21 : 622.524 : 65.012.1

Гашпар, Е., Орэшеану, И., Поп, И., Орэшеану, Н. *Исследования с помощью метчиков для уточнения гидрогеологических условий при разработке бокситовых месторождений Гор Пэдуря Краюлуй*

В целях установления источника и динамических параметров притоков воды в бокситовых рудниках области Бихор, авторы применяют метод многократных метчиков, представляя рабочую методику и Т.Э.Д сопоставления возможности решения данного вопроса в конкретных условиях с применением в качестве метчиков Иода-131, Родомины Б и иона Cl.

Ключевые слова: бокситовые месторождения, гидрогеологические условия, приток воды, динамические параметры, метчики

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 3, 1983

CZ. 658.512.2 : 622.455 : 622.452 : 622.61/67

Замфир, В. *Алгоритмы для проектирования системы герметизации шлюзового типа, со статически уравновешенными дверями, применительно к вентиляционным шахтным стволам, которые могут быть использованы также для подъема*

Автор описывает кинетический синтез, кинематический и динамический анализы системы герметизации шлюзевого типа со статически уравновешенными дверями, применительно к вентиляционным стволам, предусмотренные также для транспортных целей.

Ключевые слова: алгоритм, система герметизации, двери шлюзевого типа, стволы вентиляционно-подъемные

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 3, 1983

C.Z. 622.457 : 622.232,7 : 622.33 : 622.86

Бэлтэрецу Флорика и Матей, И. *Определение вентиляционной способности длинных очистных забоев, оснащенных механизированными комплексами на каменноугольных шахтах Валя Жиулуй*

На основе результатов, полученных при исследовании режима проветривания, специфического для длинных очистных заболев и учитывая ПТБ авторы составили номограммы, позволяющие определить нагрузку на забой, оптимальную с точки зрения вентиляционной способности и выделений метана.

Ключевые слова: проветривание, длинные очистные забои, механизированные комплексы, оптимальная нагрузка забоя.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 3, 1983

C.Z. 553.981 : 661.183.6

Бека, К., Лазарович Виорика и Продан, Д. *Нефтяные месторождения и зеолиты*

Считая, что один из факторов, определяющих типы нефти, основан на свойство зеолитов геологических продуктивных формаций, авторы учли 123 анализа нефти различных месторождений, распределив соответствующие сорты нефти по отдельным классам (типам): парафинистые, парафино-нафтеновые, парафино-нафтеноароматические и нафтено-ароматические.

Ключевые слова: нефтяные месторождения, зеолиты, классификация по типам

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 3, 1983

C.Z. 622.241 : 622.245.1/3

Калотэ, Н. *Изучение упругодинамического движения системы во время маневров (I)*

Автор изучает динамику вибраций, возникающих во время маневров труб в скважине. Представлены методы построения механической модели, получения математической модели и его решения, в условиях специфических отдельных этажей маневров.

Таким образом создана возможность расчета состояния движения и усилий в элементах системы для любого развития маневров, что позволяет прогнозировать несоответствующие состояния, в целях их избежания в практике маневров.

Ключевые слова: упругодинамические движения, маневры труб, нефтяная скважина, модели

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 3, 1983

C.Z. 65.012 : 661.9

Кукуят, М., Поп, В., Човырнаке, Вл. и Майер, Б. *Реакция Клауса в жидкой фазе применительно к нефтяной промышленности*

В Институте научно-исследовательских и проектных работ нефти и газа г. Кымпина был разработан процесс одновременного удаления сероводорода из смеси газа, нефти и воды, применив реакцию Клауса в жидкой фазе, которая была проверена в полупромышленном масштабе. Способ не требует специфических установок и осуществляется с пониженным расходом энергий и химвеществ.

Ключевые слова: нефтяная промышленность, реакция Клауса, удаление сероводорода

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 3, 1983.

C.Z. 553.981 :24 :65.012.1 :681.1

Олтеан, Ф. Е., Хенце, Л. М., Петре, М. и Думитреску, Ф. *Уравнения состояния в инженерном деле месторождений (I)*

Авторы рассматривают в какой степени могут быть использованы уравнения состояния для определения отклонения от идеального случая природных газов, в целях их использования в инженерной практике газовых месторождений. После описания физического и математического толкований вопроса представлены полученные результаты, с помощью ЭВМ, при оценке фактора сжимаемости из уравнений состояния для нетипичных (на основе углерода и азота) и типичных (с содержанием углеводородов) природных газов.

Ключевые слова: уравнение состояния, инженерная практика, газо-нефтяная промышленность, природные газы.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 3, 1983

SOMMAIRE

C.Z. 622.27 : 622.23 : 553.1 : 658.272

* * * *Technologies et outillages pour la valorisation intégrale de la matière première minière*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 3, 1983

C.Z. 622.349.21 : 622.524 : 65.012.1

Gâşpâr, E., Orăşeanu, I., Pop, I., Orăşeanu, N *Recherches à traçoirs pour préciser les conditions hydrogéologiques chez les exploitations de bauxite des monts Pădurea Craiului.*

Afin de déterminer l'origine et les paramètres dynamiques des afflux d'eaux des exploitations de bauxite du district Bihor, les auteurs appliquent la méthode des traçoirs multiples, en présentant la méthodologie de travail et une étude comparative de la capacité de résoudre le problème, dans des conditions concrètes, en utilisant comme traçoirs Iod-131, Rhodamina-B et l'ion Cl.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 3, 1983

C.Z. 658.512.2 : 622.455 : 622.452 : 622.61/67

Zamfir, V. *Algorythme pour la projection d'un système d'étanchement type écluse applicable dans les puits miniers d'aérage*

L'auteur expose la synthèse cinématique, l'analyse cinématique et dynamique d'un système d'étanchement type écluse, à portes statiquement équilibrées, applicable dans les puits miniers d'àerage, aménagés pour être employés comme puits de transport aussi.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 3, 1983

C.Z. 622.457 : 622.232.7 : 622.33 : 622.86

Băltăreţu Florica et Matei, I. *La détermination de la capacité d'aérage pour les abatages frontaux équipés à complexes mécanisés dans les mines de Valea Jiului*

A partir des résultats acquis dans la recherche du processus d'aérage spécifique des abatages frontaux et compte tenu des normes de sécurités, les auteurs ont rédigés des nomogrammes permettant d'établir la production d'un abatage dans la variante optimale au point de vue de la capacité d'aérage et des dégagements de méthane.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 3, 1983

C.Z. 553.981 : 661.183.6

Beca, C., Lazarovici Viorica et Prodan, D. *Les gisements de pétrole et les zéolithes*

En considérant que l'un des agents déterminants pour les types de pétroles est fondé sur la propriété des zéolithes des formations géologiques productives, les auteurs ont considéré un nombre de 123 analyses de pétroles de différents gisements, pour ranger les pétroles en quatre classes.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 3, 1983

C.Z. 622.241 : 622.245.1/3

Calotă, N. *La recherche du mouvement élastodynamique du système IS—MT—S pendant les processus de manoeuvre (I)*

L'auteur étudie la dynamique des processus vibratoires nés pendant les opérations de manoeuvre du matériel tubulaire dans le puits. On présente les méthodes de construire le modèle mécanique, d'obtenir le modèle mathematique et de résoudre ce dernier, dans les condition spécifiques des différents étages du processus de manoeuvre.

On offert ainsi la possibilité de caículer les états de mouvement et d'efforts dans les éléments du système IS—MT—S pour toute évolution des processus de manoeuvre, et de prévoir les évolutions défavorables, afin de les éviter dans la pratique des processus de manoeuvre.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 3, 1983

C.Z. 65.012.1 : 661.9

Cucuiat, M., Popp, V., Ciovîrnache, Vl. et Maer A. *La réaction Claus en phase liquide — une application dans l'industrie pétrolière.*

Dans le cadre de l'Institut de recherches et projections pour le pétrole et les gaz de Cîmpina a été élaboré un processus d'élimination simultanée du hydrogène sulfuré d'un mélange triphasique de gaz, pétrole et eau de gisement, en appliquant la rèaction Claus en phase liquide, qui a été vérifié par des expériments sémiindustriels au chantier. Le procédé ne démande pas d'installations spéciales et se déroule avec consommation réduite de produits chimiques et énergie.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 3, 198

C.Z. 553.981 : 551.24 : 65.012.1 : 681.1

Oltean, F. E., Henţe, L. M., Petre, M. et Dumitrescu, F. *Equations d'état dans l'inginérie des gisements de gaz (I)*

Les auteurs font l'analyse du degré dans lequel sont utilisables une série d'équations d'état pour estimer la déviation de l'idéalité des gaz naturels afin de les utiliser dans la pratique de l'inginérie des gisements de gaz. Après l'exposition du mode d'interprétation physique et mathématique du problème, sont présentés les résultats obtenus, au calculateur dans l'éstimation du facteur de compressibilité des équations d'état pour les gaz naturels non-typiques (carboniques et azoteux) et typiques (contenant en quasi-totalité des hydrocarbures).

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 3, 1983

Informations

INHALT

C.Z. 622.27 : 622.23 : 553.1 : 658.272

* * * *Technologien und Geräte für die komplette Auswertung der Mineralrohstoffe*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 3, 1983

C.Z. 622.349.21 :622.524 :65.012.1

Gaşpar, E. et al. *Untersuchungen mit Spurelementen zur Bestimmung der hydrogeologischen Bedingungen in den Bauxitbergwerken von Pădurea Craiului Bergen*

Die Verfasser wenden die Method der vielfachen Spurelemente zur Bestimmung des Ursprunges und der dynamischen Parameter der Wasserzuflüsse in den Bauxitbergwerken im Kreis Bihor an, wobei die Arbeitstechnologie und das Vergleichsstudium der Möglichkeit der Problemlösung, in konkreten Bedingungen mit folgenden Spurelementen : Yod—131, Rhodomina—B und Cl—Ion, vorgestellt werden.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 3, 1983

C.Z. 658.572.2.622.455 :622.61/67

Zamfir, V. *Algorithmus für die Projektierung einer Wetterschleuse mit statisch ausgeglichenen Türen, anwendbar in Wetterschächten welche auch als Fahrschächte ausgestattet sind*

Der Verfasser stellt die kinematische Synthese, die kinematische und dynamische Analyse eines Dichtungssystemes der Type Schleuse, mit statisch ausgeglichenen Türen, anwendbar in Wetterschächten welche auch als Fahrschächte ausgestattet sind, vor.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 3, 1983

C.Z. 658. 457.2 :622.232.7 :622.33 :622.86

Bălţăreţu, F. und Matei, I, *Bestimmung der Bewetterungskapazität der mit mechanisierten Strebausrüstungen ausgestatteten Strebe in den Gruben von Jiul Tal*

Auf Grundlage der Untersuchung der für Strebbaue spezifischen Bewetterungsprozesse und unter Berücksichtigung der Sicherheitsnormen, haben die Verfasser Nomogramme ausgearbeitet, welche die Bestimmung der Strebproduktion in der vom Standpunkt der Bewetterungskapazität und der Methanbildungen optimalen Variante ermöglicht.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 3, 1983

C.Z. 553.981 :661.183.5

Beca, C. et al. *Die Erdöllagerstätten und die Zeolithe*

Annehmend dass ein Faktor, welcher die Erdöltypen bestimmt, die Eigenschaften der Zeolithe aus den produktiven geologischen Formationen ist, haben die Verfasser 123 Erdölanalysen aus verschiedenen Largestätten untersucht und in den folgenden Klassen (Typen) unterteilt : paraffinhaltige ; paraffin-naphtenhaltige, ; parafin-napthen-aromatische und naphten-aromatische.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 3, 1983

C.Z. 622.241 :622.245.1/3

Calotă, N. *Untersuchung der elasto-dynamischen Bewegung des IS—MT—S Systems während der Manövrierungsprozesse (I)*

Der Verfasser untersucht die Dynamic der Vibrationsprozesse welche während der Manövrierungsvorgänge des Rohrenmaterials in der Bohrung auftreten. Vorgestellt werden die Bildungsmethoden des mechanischen Models, die Ermittlung und Lösung des mathematischen Models, unter der spezifischen Bedingungen der verschiedenen Stufen des Manövrierungsprozesses.

Die Möglichkeit wird geschaffen die Bewegungs-und Beanspruchungszustande in den Elementen des Systemes IS—MT—S für irgendwelche Entwicklung der Manövrierungsprozesse zu rechnen, wobei die unentsprechenden Entwicklungen zwecks deren Vermeidung in der Praxis der Manövrierungsprozesse vorhergesagt werden können.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 3, 1983

C.Z. 65.012.1 :661.9

Cucuiat, M. et al. *Die Claus-Reaktion in flüssiger Phase-Anwendung in der Ölindustrie*

Im Rahmen des Institutes für Forschungen und Projektierung für Petroleum und Gase von Cîmpina wurde ein Verfahren erarbeitet für die gleichzeitige Abscheidung des Hydrogensulphides aus einer dreistufigen Mischung von Gasen, Erdöl und Largerstättenwasser, durch die Anwendung der Claus-Reaktion in flüssiger Phase ; dieses Verfahren wurde in halb-industriellen Versuchen im Feld geprüft. Das Verfahren benötigt keine besonderen Anlagen und einen niedrigen Verbrauch an Chemikalien und Energie.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34. nr. 3, 1983

C.Z. 553.981 :551.24 :65.012.1 :681.1

Oltean, F. E. et al. *Zustandsgleichungen in der Ingenieurwissenschaft der Zustandslagerstätten (I)*

Die Verfasser überprüfen in welchem Grad die Zustandsgleichungen Redlich-Kwong, Benedict-Webbi-Rubin und Starling-Han zur Bewertung der Abweichung von Idealität der Erdgase in der Praxis der Erdgaslagerstätteningenieurwissenschaft anwendbar sind. Nach Beschreibung der physischen und mathematischen Interpretationsweise des Problems, werden die mit Hilfe der elektronischen Rechentechnik ermittelten Ergebnisse, in der Bewertung des Kompressibilitätsfaktors für untypischen (kohlenstoff- und stickstoffhaltige) und typischen (am meisten aus Kohlenwasserstoff bestehenden) Erdgase, vorgestellt.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 3, 1983

Informationen

Consfătuire de lucru la C.C. al P.C.R. cu cadre de conducere şi oameni ai muncii din industria petrolului

Tovarăşul **Nicolae Ceauşescu**, *secretarul general al Partidului Comunist Român, preşedintele Republicii Socialiste România, a participat, joi, 10 martie 1983, la consfătuirea de lucru cu cadre de conducere şi alţi oameni ai muncii din industria petrolului.*

Organizată din iniţiativa secretarului general al partidului, consfătuirea a reunit membri ai Consiliului Naţional al Oamenilor Muncii care îşi desfăşoară activitatea în domeniile extracţiei de ţiţei, gaze şi geologie, ai consiliului de conducere al Ministerului Petrolului, cadre de conducere din Ministerul Geologiei, secretari cu probleme economice ai comitetelor judeţene de partid, directori ai trusturilor şi schelelor, şefi ai brigăzilor de producţie petrolieră şi ai brigăzilor de foraj, secretari ai organizaţiilor de partid şi preşedinţi ai comitetelor sindicale din unităţi petroliere.

Consfătuirea a avut loc după vizita de lucru efectuată — cu o zi înainte — de tovarăşul **Nicolae Ceauşescu** *în unităţi petroliere din judeţul Prahova.*

Consfătuirea a analizat modul în care au fost aplicate indicaţiile conducerii partidului referitoare la reorganizarea activităţii de foraj-extracţie. S-a dat o înaltă apreciere contribuţiei determinante a tovarăşului **Nicolae Ceauşescu** *la elaborarea programului de creştere mai puternică a producţiei de ţiţei şi gaze naturale faţă de sarcinile iniţiale ale cincinalului, la stabilirea măsurilor ce se impun pentru realizarea integrală a prevederilor acestui program adoptat de Conferinţa Naţională a partidului, astfel încît obiectivul fixat de Congresul al XII-lea al P.C.R., privind asigurarea independenţei energetice a ţării, să fie înfăptuit mai devreme.*

În raportul prezentat de ministrul petrolului, ca şi în cuvîntul participanţilor la dezbateri, s-a subliniat în mod unanim că noile măsuri iniţiate de tovarăşul **Nicolae Ceauşescu** *în scopul organizării superioare a activităţii în industria petrolului ilustrează, cu pregnanţă, caracterul novator şi revoluţionar, propriu concepţiei secretarului general al partidului vizînd perfecţionarea cadrului organizatoric al muncii în toate sectoarele economice de care depinde progresul permanent şi multilateral al patriei.*

Participanţii au subliniat că aceste măsuri, larg dezbătute în unităţile Ministerului Petrolului, au întrunit adeziunea tuturor petroliştilor, care şi-au exprimat convingerea că ele vor determina îmbunătăţirea substanţială a muncii, importante mutaţii calitative menite să asigure îndeplinirea integrală a actualelor prevederi cu privire la creşterea producţiei de ţiţei şi gaze naturale.

În discuţii s-a evidenţiat faptul că recentele măsuri, aplicate în întreaga industrie petrolieră, asigură eliminarea unor verigi organizatorice intermediare, apropierea activităţii de conducere de procesul productiv şi deplasarea unui număr sporit de specialişti spre locurile unde se hotărăşte soarta producţiei.

Referitor la activitatea schelelor de producţie petrolieră şi a schelelor de foraj, cei ce au luat cuvîntul au arătat că noile măsuri au condus la elaborarea unor structuri optime de organizare, care permit consolidarea acestor unităţi, astfel încît ele să funcţioneze ca întreprinderi titulare de plan, pe principiul autogestiunii economico-financiare. A fost subliniat rolul trusturilor în coordonarea schelelor de producţie petrolieră şi de foraj.

În cadrul consfătuirii, vorbitorii au relevat însemnătatea constituirii unor puternice brigăzi de producţie petrolieră şi brigăzi de foraj, care dispun de toate pîrghiile şi mijloacele necesare realizării sarcinilor de plan, precum şi de personalul corespunzător prin trecerea unui număr mare de cadre cu pregătire tehnică în aceste unităţi de bază.

S-a evidențiat, totodată, că desfășurarea activității pe toate cele trei schimburi, în program continuu de lucru, creează condiții pentru aplicarea eficientă a mecanismului economico-financiar, făcînd să crească responsabilitatea și cointeresarea fiecărui om al muncii din brigadă la îndeplinirea sarcinilor de producție și reducerea cheltuielilor materiale.

Vorbitorii au apreciat că prin acordarea de atribuții sporite, prin dotarea cu mijloace și pîrghii tehnico-economice necesare desfășurării activității de producție, prin deplasarea sediului unor schele în centrul zonei de producție, sînt asigurate condițiile îndeplinirii sarcinilor de plan. A fost exprimată, totodată, voința fermă a tuturor colectivelor de muncă de a face totul pentru realizarea exemplară a planului de producție pentru gospodărirea mijloacelor materiale și bănești, înfăptuirea investițiilor, introducerea largă a tehnicii noi.

A fost analizată, totodată, în spirit critic și autocrtic, cu răspundere și exigență, activitatea desfășurată în industria petrolului pe primii doi ani ai cincinalului, arătîndu-se că rezultatele obținute nu sînt pe măsura condițiilor create, la nivelul cerințelor care se pun astăzi în fața dezvoltării bazei energetice a țării. În acest sens s-a subliniat necesitatea ca unitățile petroliere să acționeze, cu toată hotărîrea, pentru îndeplinirea ritmică a tuturor indicatorilor de plan, pentru punerea în funcțiune a sondelor care așteaptă probe de producție, intervenții și reparații capitale, pentru creșterea potențialului celor aflate în exploatare, în vederea realizării, în acest an, a producției zilnice prevăzute de 42—43 mii tone.

Participanții la dezbateri s-au angajat să urmărească îndeaproape scurtarea ritmului de foraj la noile sonde, prin sporirea vitezei de săpare și îmbunătățirea tehnicii și tehnologiilor existente, precum și reducerea duratei de intervenții.

Vorbitorii au arătat că se impune ca cercetătorii și proiectanții din cadrul Ministerului Petrolului să colaboreze strîns cu cadrele de specialiști din schele, cu celelalte institute și cu Ministerul Geologiei pentru punerea mai rapidă în valoare a zăcămintelor noi descoperite și pentru exploatarea lor după tehnologii corespunzătoare, în vederea creșterii producției de hidrocarburi.

În intervențiile lor, numeroși vorbitori au propus o mai strînsă colaborare a Ministerului Petrolului cu ministerele industriei metalurgice, industriei construcțiilor de mașini, industriei chimice, cu toate unitățile furnizoare, cerînd respectarea fermă a termenelor de livrare, precum și ridicarea nivelului tehnic și calitativ al utilajelor, instalațiilor, materialelor și produselor destinate industriei petroliere.

Tehnologii şi utilaje pentru valorificarea integrală a materiei prime miniere*)

Necesitatea cercetărilor prospective privind valorificarea integală a materiei prime miniere, prin tehnologii combinate, este determinată de două situaţii:

- volumul important al rezervelor de minereuri feroase şi neferoase cu conţinut scăzut, de care dispunem;
- existenţa unor minerale utile în masa minieră exploatată, care nu se valorifică în prezent.

Creşterea gradului de valorificare a substanţelor minerale utile prin extragerea unui număr cît mai mare de componente şi recuperarea cît mai avantajoasă a elementelor utile constituie una din principalele căi de lărgire a bazei de materii prime minerale.

Eforturile care se fac pentru recuperarea şi utilizarea integrală a materiei prime miniere pentru conţinuturi de metale utile mici şi foarte mici se justifică, din plin, prin conjunctura de pe piaţa mondială cînd independenţa economică este condiţionată de cantitatea, calitatea şi utilizarea raţională a resurselor proprii de materii prime naturale de care dispune fiecare ţară.

În acest sens, preocupările activităţii de cercetare din cadrul I.C.I.T.P.L.C.I.M. Deva au fost direcţionate pentru:

— identificarea unor noi resurse de materii prime minerale preparabile;
— elaborarea de tehnologii pentru creşterea gradului de recuperare a metalelor;
— valorificarea materiilor prime minerale cu conţinuturi reduse;
— recuperarea, tuturor elementelor utile din masa minieră exploatată;
— recuperarea şi valorificarea deşeurilor miniere (sterile din iazuri şi hălzi);
— valorificarea elementelor utile din apele de mină.

Cercetările privind asigurarea metalelor necesare industriei, atît din punctul de vedere al resurselor naturale ale ţării noastre, cît şi al resurselor Terrei, în general, pentru perioada 1990—2010 (2020), arată că necesarul de metale va fi acoperit din trei surse mai importante:

1 — exploatarea zăcămintelor de minereuri clasice, care va asigura circa 60—70% din consum;

2 — recuperarea metalelor din mijloace fixe sau alte obiecte uzate şi înlocuite, preconizînd ca pe această cale să se acopere circa 15—20% din consumul de metal, în special metale feroase;

3 — resurse secundare ca: reziduuri industriale, ape acide de mină, sterile de haldă şi iazuri de decantare, ele reprezentînd 5—10% din consum.

În aceste condiţii se observă că ponderea ridicată în producţia de metal o constituie exploatarea, în continuare, a zăcămintelor de minereuri.

Avînd în vedere cele arătate mai sus, s-a întrevăzut posibilitatea acoperirii necesarului de metale la sfîrşitul perioadei prognozate de circa 80—90% din resurse interne din care ponderea ridicată, în producţia de metal, o constituie exploatarea în continuare a zăcămintelor de minereuri, ceea ce presupune, pe lîngă eforturi de exploatare, şi eforturi de preparare a unor minereuri cu compoziţie complexă şi conţinuturi reduse.

Tehnologiile care se preconizează a fi utilizate sînt tehnologiile de valorificare integrală a materiei prime miniere, tehnologii fără deşeuri sau sărace în deşeuri; ele vor trebui să aplice în practică cunoştinţele acumulate în diferite ramuri ale tehnicii, în scopul asigurării utilizării raţionale a resurselor naturale şi de energie şi protecţiei mediului înconjurător.

Aceste tehnologii se realizează prin:

- reducerea cantităţii de deşeuri;
- producerea unor metale (materiale) din reziduuri, soluţii şi gaze reziduale;
- recircularea în procesul tehnologic (soluţii, materiale, energie);
- refolosirea deşeurilor în alte procese tehnologice;

*) La elaborarea acestui material au contribuit: dr. ing. *N. Zăvoianu*, dr. ing. *I. Ghiţă*, ing. *Gh. Mihai*, ing. *M. Fritsch*, ing. *D. Ciofrîngeanu*, ing. *V. Faur*, chim. *D. Turcu*, biol. *S. Joltvinschi*, de la Institutul de cercetare, inginerie tehnologică şi de proiectare a lucrărilor de construcţii şi instalaţii pentru minereuri Deva.

- consumul raţional de materiale, materii prime şi energie în producţie;
- proiectarea produselor şi tehnologiilor cu consum minim de energie;
- valorificarea conţinutului de energie al deşeurilor şi produselor uzate;
- înlocuirea materiilor prime (materiale) deficitare.

Scăderea volumului de rezerve cu conţinuturi ridicate şi medii de metale impune dezvoltarea unor capacităţi industriale mari de exploatare şi preparare, atît pentru minereurile cu metale neferoase, rare şi disperse, cît şi pentru minereurile feroase.

Această situaţie impune perfecţionarea tehnologiilor clasice de preparare care vor ocupa, şi în continuare, o pondere mare, precum şi introducerea unor noi tehnologii fizico-chimice, chimice, biochimice, direcţiile principale fiind următoarele:

— perfecţionarea proceselor de flotaţie la tratarea pulpei utilizînd curent electric, ultrasunete, cîmp magnetic;

— electroflotaţia;

— tratarea reactivilor de flotaţie în curent electric sau în cîmp magnetic, înainte de utilizarea lor în flotaţie;

— elaborarea unor tehnologii de preconcentrare ieftine;

— perfecţionarea proceselor de separare în cîmp magnetic de intensitate medie şi înaltă;

— perfecţionarea şi introducerea pe scară largă a separării în medii dense;

— elaborarea de tehnologii de preparare stadială cu remăcinarea produselor intermediare;

— perfecţionarea separării fazei lichide de cea solidă în procesele de preparare şi hidrometalurgice;

— perfecţionarea tehnologiilor de recircuitare şi epurare a apelor tehnologice uzate;

— perfecţionarea metodelor de analiză şi control a proceselor de preparare a minereurilor prin utilizarea analizoarelor de flux, automatizarea controlului procesului de preparare;

— introducerea pe scară largă a tehnologiilor chimice, fizico-chimice, biochimice, relativ ieftine şi cu consum redus de energie;

— extracţia metalelor neferoase şi însoţitoare din concentrate cu compoziţie complexă prin utilizarea de medii puţin agresive sau sub presiune;

— perfecţionarea tehnologiilor de precipitare şi cementare;

— perfecţionarea tehnologiilor de valorificare a elementelor utile din apele tehnologice şi de mină;

— elaborarea unor tehnologii de prelucrare a materialelor din hălzi, a nămolurilor de preparare şi metalurgice;

— valorificarea metalelor din hălzi şi iazuri de decantare prin leşiere bacteriană, clorurare la temperatură scăzută şi medie.

Punerea în exploatare a zăcămintelor sărace de cupru, fier, plumb, zinc la capacităţile preconizate impune orientarea cercetării ştiinţifice din domeniul preparării minereurilor în următoarele direcţii:

- valorificarea elementelor conexe din concentrate sau preconcentrate;
- modernizarea tehnologiei de flotaţie;
- separarea magnetică în cîmp de înaltă intensitate, cu eliminarea prăjirii;
- separarea mineralelor în medii dense;
- valorificarea apelor tehnologice şi de mină;
- solubilizarea biochimică şi chimică;
- înlocuirea procedeelor pirometalurgice de extracţie a metalelor din concentrate şi preconcentrate cu procedee hidrometalurgice;
- valorificarea sterilelor din hălzi şi iazuri de decantare pentru extracţia metalelor sau utilizarea acestora ca materiale de construcţii;
- automatizarea proceselor de preparare.

Dezvoltarea cercetării ştiinţifice în domeniul valorificării integrale a materiei prime miniere exploatate, dezvoltarea tehnologică şi progresul tehnic, ca rezultat al cercetării, vor crea o serie de efecte în urma impactului cu vechile tehnologii şi nivele de producţie, fenomene ce se vor amplifica în perioada 1990—2010 şi anume:

1. Realizarea celei de-a doua revoluţii tehnico-ştiinţifice prin introducerea tehnicilor de vîrf, în condiţiile tot mai perfecţionate ale conducerii societăţii.

2. Reducerea cheltuielilor de producţie, avînd ca efect creşterea bazei de materii prime prin valorificarea unor zăcăminte sărace.

3. Modernizarea conducerii proceselor de preparare prin introducerea cercetării operaționale și optimizarea proceselor cu ajutorul echipamentelor electronice de control și reglaj.

4. Ridicarea nivelului de pregătire profesională a personalului muncitor din uzinele de preparare.

5. Ridicarea nivelului vieții și obținerea unor productivități și nivele de producție ridicate în condițiile reducerii efortului fizic.

6. Reducerea consumului de energie.

7. Reducerea și eliminarea impurificării solului, aerului și apelor cu metale și nemetale toxice.

8. Ridicarea cercetării fundamentale, tehnologice, la un înalt nivel științific.

Acest salt în tehnica valorificării totale a materiei prime miniere prin tehnologii combinate, generează o serie de impacturi dintre care cele mai importante sînt:

a—determinarea limitei inferioare de conținut recuperabil, în condiții de eficiență economică, comparativ cu tehnica și tehnologiile de care se dispune, precum și evidențierea elementelor utile însoțitoare care, extrase, pot face o tehnologie eficientă;

b—perfecționarea tehnologiilor din domeniul preparării materiilor prime miniere, pe baza progresele obținute în științele tehnice, fizică, chimie, biologie, mecanică;

c—calificarea cadrelor ce urmează să deservească procesele tehnologice complexe de preparare în condițiile unui înalt grad de automatizare. În acest sens se propune realizarea, în cadrul liceelor industriale de specific și al institutelor de învățămînt superior a unor cursuri de inițiere în tehnologii chimice, biochimice, în automatizarea proceselor tehnologice și, în funcție de aplicarea în practică, să se realizeze și reciclarea personalului tehnic;

d. cantitatea enormă de steril ce rezultă în urma exploatării zăcămintelor cu conținut redus în metal, valorificarea lui ca material de construcții, în corelare cu necesarul economiei naționale sau a zonei adiacente exploatării miniere; nesoluționarea acestei probleme va duce la degradarea rapidă a suprafețelor de depozitare, cu scoaterea din circuitul agricol și silvic a unor suprafețe importante de teren, lucru ce nu este compatibil cu explozia demografică.

Avînd în vedere experiența cîștigată în domeniul preparării minereurilor cu conținut de metale neferoase, feroase, nobile, rare și disperse prin tehnologii clasice și neconvenționale și orientările existente pe plan național și mondial în domeniul tehnologiilor de extracție și preparare, s-a prevăzut, ca pentru realizarea obiectivelor sus menționate, să se efectueze cercetări aplicative interdisciplinare și inginerie tehnologică într-un cadru adecvat din punct de vedere organizatoric și al asigurării bazei materiale a cercetării.

Acest lucru este determinat de:

- necesitatea aplicării cu succes a rezultatelor obținute în cadrul cercetării fundamentale din alte ramuri ale științei și stabilirea variantei optime în domeniul prognozat;
- necesitatea selectării obiectivelor de cercetare în raport cu condițiile de eficiență impuse, cu structura mineralogică și conținutul valorificabil al materiilor prime minerale.

În urma celor arătate, considerăm că în condițiile unor eforturi conjugate a specialiștilor din industria minieră, metalurgică, chimică, biologie, fizică, construcții se va reuși să se rezolve deziderатul valorificării integrale a potențialului de substanțe minerale utile conținute în materia primă miniere extrasă.

*

Înfăptuirea obiectivului fundamental al Programului partidului de făurire a societății socialiste multilateral dezvoltate și înaintare a României spre comunism face necesară o contribuție sporită a științei în toate domeniile de activitate, legarea tot mai strînsă a acesteia de cerințele concrete ale producției materiale și vieții economico-sociale.

Pentru a răspunde acestor cerințe a fost elaborat și adoptat de Congresul al XII-lea al P.C.R. „Programul-directivă de cercetare științifică, dezvoltare tehnologică și de introducere a progresului tehnic în perioada 1981—1990 și direcțiile principale pînă în anul 2000".

Dintre obiectivele stabilite se evidențiază, în mod deosebit, cele din domeniul creșterii bazei de materii prime minerale și asigurarea independenței față de importuri prin identificarea de noi rezerve, inclusiv de minereuri sărace și exploatarea acestora în condiții de maximă eficiență economică, cu consumuri cît mai reduse de energie.

În aceste condiții, cercetării științifice din ramura extractivă de minereuri feroase și neferoase îi revine sarcina de a stabili posibilitățile de asigurare a industriei cu materii prime din resurse interne prin analiza complexă a zăcămintelor existente, a tehnologiilor de exploatare și preparare, a utilajelor specifice.

Ca strategie pentru viitor, se preconizează acoperirea necesarului de metale prin exploatarea unor zăcăminte de minereuri, situate de la adîncimi mari și în condiții foarte grele, recuperarea metalelor din materialele depuse în iazuri și hălzi, ape de mină și reziduale, cenuși, din prelucrări și mijloace uzate, exploatarea nodulilor marini și oceanici.

La acestea se adaugă creșterea gradului de valorificare a substanțelor minerale utile prin extragerea unui număr cît mai mare de componente și recuperarea cît mai avantajoasă a elementelor utile ca principală cale de lărgire a bazei de materii prime minerale.

În aceste condiții se impune ca activitatea de cercetare științifică și inginerie tehnologică să fie orientată spre următoarele :

— perfecționarea tehnologiilor de exploatare de mare productivitate în subteran ca : surpare în subetaje, gol abandonat, surpare în blocuri etc. care permit mecanizarea integrală a proceselor și automatizarea cu ajutorul roboților industriali, lucru impus de tăierea cu explozivi ;

— elaborarea unor metode de exploatare specifice zăcămintelor noastre, care să permită o mecanizare complexă a procesului tehnologic ;

— elaborarea unor metode de exploatare pentru recuperarea rezervelor din pilieri, panouri izolate, zone vechi de rambleu etc. ;

— elaborarea unor scheme de împușcare care să permită dirijarea granulometriei și creșterea eficienței la împușcare ;

— studierea unor tehnologii de exploatare la adîncimi mari, foarte mari și cu condiții grele ;

— perfecționarea tehnologiilor de exploatare în cariere prin extinderea încărcării și transportului continuu cu automatizarea complexă și controlul pe calculator a întregului proces ;

— modernizarea tehnologiilor de preparare a minereurilor prin optimizarea operațiilor (concasare, măcinare, concentrare, uscare), utilizînd analizoarele de flux, controlul și reglarea automată a procesului tehnologic ;

— introducerea pe scară largă a tehnologiilor chimice, fizico-chimice, biochimice, cu consum redus de energie, pentru valorificarea minereurilor sărace, a hălzilor, apelor reziduale și de mină ;

— recuperarea cît mai avansată a elementelor utile din masa minieră exploatată.

Realizarea și introducerea acestor tehnologii reclamă utilaje și instalații specifice de mare capacitate cu posibilități de funcționare în regim automat, controlat pe unitate de calcul, cu consumuri specifice reduse de energie și materiale.

Cercetarea științifică și proiectarea tehnologică în domeniul utilajelor este orientată spre mecanizarea integrală și automatizarea prin roboți industriali a operațiilor miniere în subteran și în flux continuu în cariere și uzine de preparare, în funcție de condițiile din țara noastră.

Pe baza studiilor efectuate s-a întrevăzut posibilitatea realizării unei străpungeri în tehnica minieră și prin dezvoltarea tehnologică la nivelul țărilor dezvoltate industrial.

În acest sens s-a considerat că metodele care acoperă întreg complexul de probleme privind cercetarea viitorului mineritului în sectorul de minereuri constau în:

— studiul explorativ al sistemelor de exploatare și utilajele aferente fiecărei metode, stabilind posibilitățile de perfecționare și și extindere a acestora ;

— eliminarea cercetărilor care nu prezintă interes pentru viitor și selectarea obiectivelor prioritare pe care să fie concentrate eforturile în cercetare ;

— realizarea unei anchete de tip „Delphi" pentru a verifica tendințele stabilite prin studiul explorativ ;

— stabilirea obiectivelor ce urmează a se realiza și întocmirea graficelor pentru fiecare operație în parte.

Analiza s-a făcut pentru întreaga gamă de utilaje din mine și uzine de preparare, în raport cu tehnologiile prognozate.

Față de aceste aspecte se preconizează ca lucrările de cercetare-proiectare-asimilare utilaje să se axeze pe următoarele :

— fabricarea în țară a utilajelor specifice condițiilor locale de zăcămînt pentru mecanizarea integrală a operațiilor miniere ;

— perfecționarea, în continuare, a utilajelor existente pentru tehnologii clasice ;

— restrîngerea tipodimensiunilor fabricate prin realizarea de utilaje cu funcționalități multiple, echipate cu subansamble specifice, care să asigure serii mari de fabricație și costuri mai scăzute ;

— realizarea utilajelor tehnologice de concepție proprie la un nivel ridicat de tehnicitate ;

— cercetarea și realizarea unor utilaje specifice pentru aplicarea tehnologiilor de extracție neconvenționale.

Pe această cale se urmărește realizarea, pentru minele de minereuri și uzinele de preparare, a următoarelor grupe de utilaje:

— complexe de perforare-încărcare electrohidraulice (roboți industriali) în două variante: pentru profile mici și mijlocii și profile mari ;

— susțineri mecanizate cu cofraj glisant pășitor electrohidraulic sau cu instalații de spriț-beton ;

— instalații de săpat puțuri și suitori prin împușcare sau foraj ;

— instalații de susținere cu cofraj glisant a suitorilor și puțurilor ;

— utilaje pentru transport cu benzi suprapuse sau aerodepresiv ;

— utilaje de ventilație cu debit variabil ;

— utilaje pentru forat și excavat în cariere de mare capacitate (instalații de forat pentru găuri pînă la 300 mm ; excavatoare cu rotor pentru minereuri) ;

— utilaje de transport adecvate ca : autobasculante diesel-electrice cu acționare mixtă, (electrică aeriană în afara carierei și diesel în carieră), transport hidraulic, schipuri pe plane înclinate, în cariere adînci, instalații de haldare pentru minereuri ;

— completarea gamei de fabricație și modernizarea utilajelor de preparare din producția actuală prin realizarea de instalații modulate, într-un număr redus de tipo-dimensiuni, cu optimizarea preparării și funcționarea în regim automat, comandate pe calculator (capacități de : 500 ; 1 000 ; 2 000 și 10 000 t/24 h) ;

— utilaje specifice pentru aplicarea tehnologiilor de extracție neconvenționale ;

— utilaje și echipamente electronice și electrohidraulice pentru condiții grele de exploatare.

Întreaga gamă de utilaje pentru perioada următoare a fost gîndită în ideea conducerii tehnico-economice a întreprinderilor cu ajutorul calculatoarelor electronice, indiferent dacă procesele sînt automatizate prin roboți industriali în subteran sau în flux continuu în cariere și uzine de preparare.

Cercetări cu trasori pentru precizarea condițiilor hidrogeologice la exploatările de bauxită din Munții Pădurea Craiului

E. Gaşpar, I. Orăşeanu, I. Pop, N. Orăşeanu

I. Introducere

Modernizarea metodicilor de cercetare în hidrogeologia minieră impune folosirea, în metodologia curentă de lucru a cercetărilor hidrochimice, a izotopilor de mediu şi a trasorilor.

Exploatările miniere sînt confruntate cu probleme dificile datorită afluxurilor de ape din subteran. Cunoaşterea originii, traseului şi a parametrilor de curgere a acestor ape permite eliminarea sau reducerea volumului de apă acumulat în subteran.

Cercetările hidrochimice sau cu izotopi de mediu permit, în anumite condiţii, precizarea unor surse posibile ale infiltraţiilor subterane Diferenţierea acestor ape prin marcarea lor cu diferiţi trasori permite identificarea fără dubii a surselor ce provoacă inundaţii în subteran, precum şi determinarea unor parametri hidrodinamici ca durata de tranzit, viteza de curgere, debitul şi volumul de apă depozitat în subteran, între sursă şi galeria inundată.

Cercetările efectuate de noi au avut drept scop evaluarea posibilităţilor oferite de diverşi trasori (radioactivi, chimici, ionici) pentru rezolvarea tuturor acestor probleme.

II. Metodologie

1. *Marcarea*

Injectarea trasorului în foraje, cursuri de apă sau insurgenţe, se poate face în mai multe moduri, cele mai uzitate fiind continuă şi punctiformă şi instantanee.

C o n t i n u ă (în funcţie de viteza apei marcate), într-un interval de timp β, realizîndu-se o marcare tip treaptă, reprezentată prin funcţia U definită astfel:

$$U(t-\tau) = \begin{cases} 0, & t<\tau \\ 1, & t>\tau \end{cases} \qquad (1)$$

Deci $U(t-\tau)$ este continuă (o constantă) pentru $t<\tau$ şi $t>\tau$ şi are o discontinuitate de o unitate la $t=\tau$. În figura 1 se redă reprezentarea grafică a acestei funcţii.

P u n c t i f o r m ă ş i i n s t a n t a n e e, exprimată matematic printr-o funcţie impuls unitară (funcţia delta a lui Dirac), definită prin:

$$\delta(t-\tau) = 0 \quad t \neq \tau$$
$$\int_{-\infty}^{+\infty} \delta(t-\tau)\mathrm{d}t = 1 \qquad (2)$$

Cu alte cuvinte, funcţia δ are valoarea infinit la momentul $t=\tau$ şi valoarea zero la orice alt moment (fig. 2).

Injectarea trasorului se face cu scopul de a stimula sistemul hidrodinamic subteran pentru a obţine la ieşire o funcţie de răspuns capabilă să furnizeze informaţii cît mai complete asupra sistemului. În cercetările efectuate s-au utilizat ambele procedee.

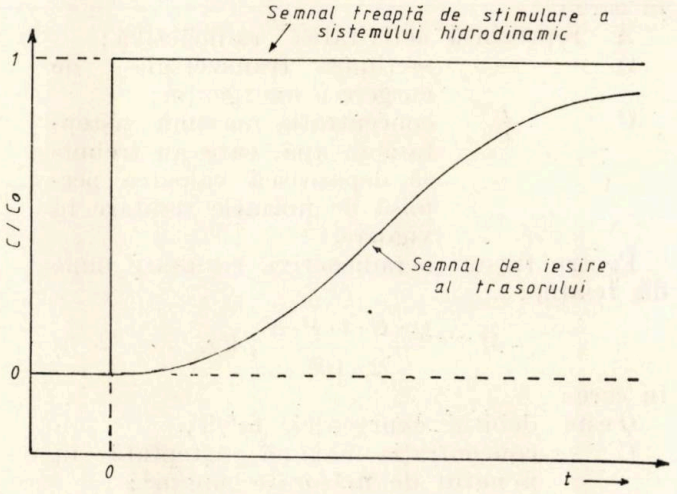


Fig. 1. Reprezentarea grafică a funcţiei U realizată printr-o marcare continuă.

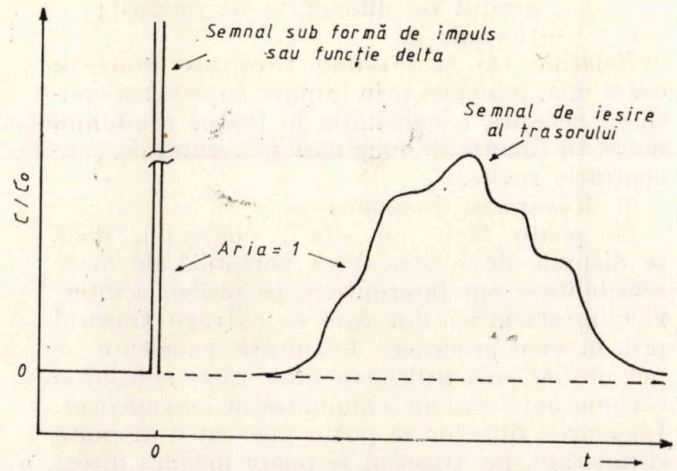


Fig. 2. Reprezentarea grafică a funcţiei delta de stimulare prin impuls a sistemului hidrodinamic.

2. *Cantitatea de trasor necesară*

Admiţînd că în intervalul de timp în care au loc determinările curgerea este staţionară şi excluzînd posibilitatea unei curgeri laminare, pentru o marcare uniformă într-un timp τ în punctul $x=0$ şi la momentul $t=0$, atunci concentraţia care se poate realiza după parcurgerea unui mediu poros, la distanţa x în aval, va fi:

$$C(x,t) = \frac{C_0}{2}\left[1 - erf\left(\frac{x-\bar{v}t}{2\sqrt{Dt}}\right)\right], \qquad (3)$$

pentru curgerea unidirecțională,
în care :

C_0 este concentrația inițială a trasorului;
D — coeficientul de dispersie hidrodinamică;
$\bar{v}$ — viteza medie de curgere.

Pentru structuri hidrocarstice și trasori radioactivi, cantitatea de trasor necesară, derivată din relația (3), este :

$$A = \frac{2\Omega\sqrt{\pi D x}\,(C)}{\sqrt{v}}, \qquad (4)$$

în care :

A reprezintă activitatea radioactivă;
Ω — secțiunea transversală de curgere a exurgenței;
C — concentrația maximă așteptată în apă, care nu trebuie să depășească valoarea permisă de normele sanitare în vigoare.

Pentru trasori neradioactivi, rezultate bune dă relația :

$$M = \frac{Q \cdot C \cdot t \cdot P \cdot K}{2 \cdot 10^6}, \text{ kg}, \qquad 5)$$

în care :

Q este debitul exurgenței, m^3/h;
C — concentrația maximă așteptată în punctul de măsurare mg/m^3;
P — coeficientul de pierdere;
K — coeficient de siguranță în funcție de gradul de dificultate al lucrării;
t — timpul, h.

Relațiile (4) și (5) dau rezultate bune în cazul unei injectări prin impuls. Injectarea continuă necesită o cantitate de trasor mult mai mare, în funcție de lungimea palierului de concentrație realizat.

3. *Măsurarea trasorului*

Se poate face „in situ", continuu, dacă se dispune de o aparatură portabilă de mare sensibilitate sau intermitent, pe probe, la intervale prestabilite, din care se extrage trasorul prin diverse procedee. Rezultate excelente se pot obține prin utilizarea unor filtre conținînd cărbune activ sau un schimbător de ioni adecvat. Înlocuirea filtrelor se poate face cu o anumită ritmicitate, iar trasorul se poate măsura direct sau se extrage, se concentrează și se măsoară separat. În acest mod, se poate obține o concentrare a trasorului într-un interval de timp determinat. În continuare, prin prelucrarea corespunzătoare a datelor, se pot obține parametrii hidrodinamici dorîți. De exemplu, din variația concentrației trasorului în funcție de timp, $C(t)$, se calculează durata medie de tranzit :

$$t = \frac{\int_0^\infty tC(t)\,dt}{\int_0^\infty C(t)\,dt}. \qquad (6)$$

4. *Trasorii utilizați*

Pentru experimentele prezentate în lucrarea de față, s-au utilzat ca trasori : Iod—131 (NaI + + $Na^{131}I$), Rhodamina-B și NaCl (ionul Cl^-). Rezultate bune se mai pot obține, în unele cazuri, folosind Brom—82, fluoresceină, indiu și mangan (ultimii detectabili cu ajutorul analizei prin activare).

III. Stabilirea parametrilor hidrodinamici și a relațiilor dintre apele de suprafață și cele subterane la mina Aurica

Prin mina Aurica se exploatează lentilele de bauxită din partea sudică a bazinului superior al Pîrîului Poienii. Lucrările de deschidere a zăcămîntului prin galeria 102 au interceptat o peșteră activă, ele preluînd în totalitate debitul acesteia. Peștera, denumită ulterior Aurica, a fost cartată de L. Vălenaș (1980—1981), autorul stabilind prezența în aval de locul interceptiei a unei confluențe, peștera menținîndu-și astfel în continuare caracterul de activă.

În vederea stabilirii zonei principale de alimentare a apelor care produc viituri în galeria 102 a minei Aurica, s-au făcut marcări cu Iod —131 și NaCl în ponorul de pe Valea Seacă (Groapa Peșterarilor).

Prin acest ponor difuz se infiltrează, prin aluviunile din talveg, apele colectate de Valea Seacă din pietrișurile de Oarzăna din zona cătunului Burda. Ponorul are o poziție care variază în funcție de debitul scurs, putînd fi situat în amonte sau în aval de punctul reprezentat pe figura 3, după cum debitul cursului superficial este mai mic sau mai mare de 1 l/s cît a fost în momentul marcării. La data marcării, el se situa la o diferență de nivel de 45 m de locul viiturii din galeria 102 și la o distanță orizontală de 300 m de aceasta.

Marcările s-au făcut cu 60 mCi Iod —131, detectarea trasorului și măsurarea sa făcîndu-se prin intermediul schimbătorilor de ioni. La un interval de 48 ore, același ponor a fost marcat cu clorură de sodiu, pentru a se obține date comparative suplimentare.

Măsurarea trasorilor s-a făcut în mina Aurica (galeria 102), Peștera Aurica, izvorul Vichi și Valea Poenii, puncte care ar fi putut avea legătură cu ponorul marcat. Menționăm că Valea Poenii colectează și apele provenite din mina Aurica.

Măsurarea filtrelor cu schimbători de ioni a pus în evidență trecerea trasorului radioactiv prin galeria 102 a minei Aurica. Primele molecule radioactive apar după aproximativ 3 ore de la injectare. Valoarea concentrației radioactive este în acest moment de două ori mai mare decît valoarea fondului. Analiza spectrometrică confirmă existența I—131; în continuare, concentrația trasorului crește foarte mult, astfel încît reprezentarea grafică a curbei $C(t)$ necesită o prelucrare specială. Ultimele molecule marcate trec după 55 ore. Deci, lun-

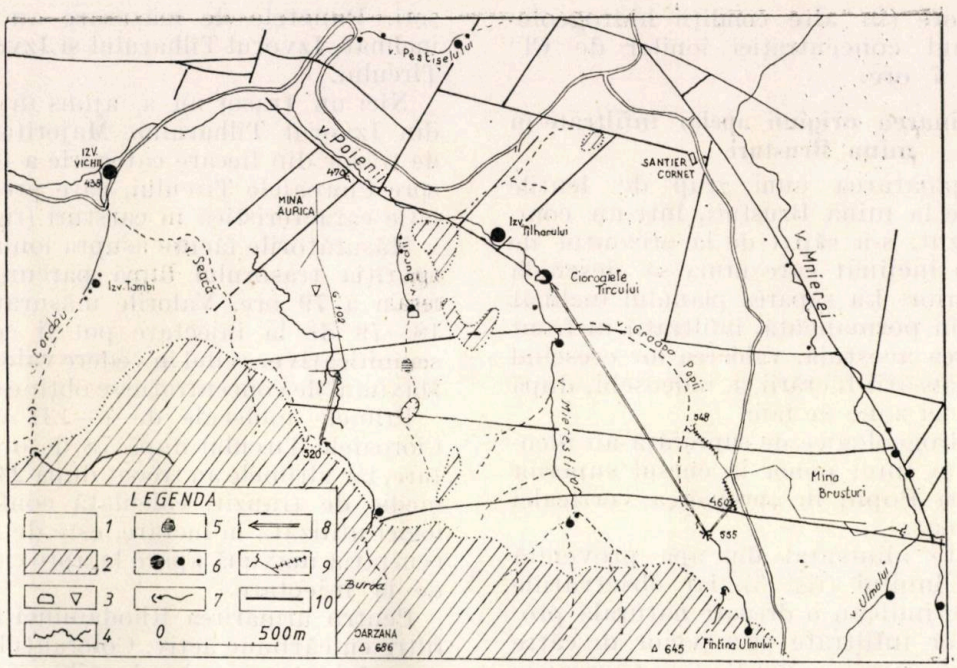


Fig. 3. Harta hidrogeologică a zonei Cornet (geologia după D. Patrulius, S. Bordea, Josefina Bordea, G. Mantea, A. Baltreș, cu simplificări; cartarea peșterii Aurica după L. Vălenaș):

1 — zone cu acumulări acvifere importante localizate în roci carbonatice (calcare tithonice și barremiene); *2* — zone cu acumulări acvifere reduse localizate în roci detritice neconsolidate (pietrișuri de Oarzăna — Pleistocen); *3* — peșteri și avene; *4* — galeriile peșterii Aurica; *5* — lacuri în doline; *6* — izvoare cu debite de 10—1 l/s, 1—0,1 l/s și sub 0,1 l/s; *7* — ponoare; *8* — drenaje demonstrate; *9* — galerii de mină și plane înclinate; *10* — falii.

gimea „norului" radioactiv se întinde pe un interval de 53 ore. Durata medie de tranzit a trasorului este de 23 ore, iar intensitatea maximă se obține după 7—8 ore (fig. 4).

Măsurarea trasorului în apele din Valea Poenii au pus în evidență, de asemenea, prezența Iodului—131, în concentrații mai mici decît în mina Aurica, explicabil datorită faptului că trasorul se diluează cu alte ape. Totodată, măsurătorile au pus în evidență faptul că apele din Peștera Aurica și cele din izvorul Vichi nu au nici o legătură cu apele marcate în ponorul Groapa Peșterarilor.

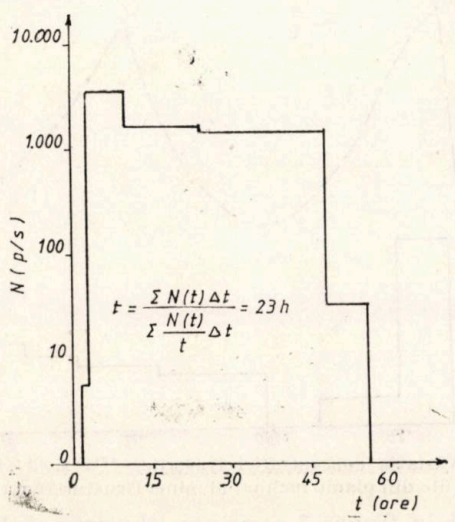


Fig. 4. Diagrama variației concentrației trasorului ^{131}I în infiltrațiile din galeria 102 a minei Aurica.

Cunoscînd modul de circulație a apelor din ponorul marcat, am procedat la o nouă marcare a acestora, cu NaCl, urmărindu-se circulația ionului Cl^-. Marcarea s-a făcut după 48 ore, în alte condiții hidrogeologice. Menționăm că marcarea nu a fost punctiformă și instantanee ci după o funcție intermediară între δ și U. Reprezentarea grafică a datelor se poate vedea în figura 5. Din analiza acestor date rezultă că primele molecule marcate apar la 4,5 ore de la injectare, iar ultimele molecule marcate trec prin galeria 102 după 57,5 ore. Întinderea norului de Cl^- în timp este, ca și în cazul I—131, de aproximativ 53 ore. Durata medie de tranzit

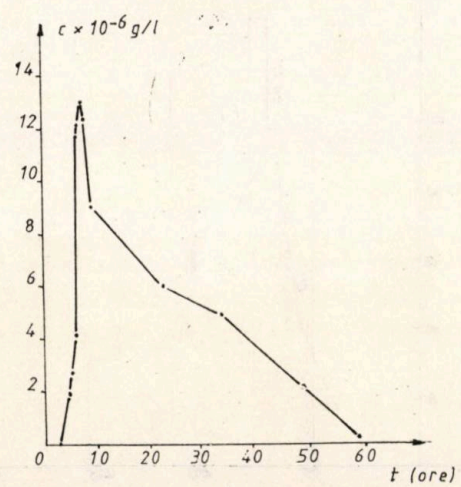


Fig. 5. Variația conținutului de Cl^- în probele colectate la mina Aurica.

este de 14,6 ore (în alte condiții hidrogeologice), maximul concentrației ionilor de Cl^- trecînd după 7 ore.

IV. Determinarea originii apelor infiltrate în mina Brusturi

Pentru exploatarea unui grup de lentile de bauxită de la mina Brusturi, într-un compartiment căzut, s-a săpat de la orizontul de bază un plan înclinat care urma să deschidă orizontul inferior. La săparea planului înclinat s-au produs, în permanență, infiltrații în front și în apropierea acestuia, valoarea lor crescînd pe măsura avansării lucrării și, îndeosebi, după traversarea unei zone de falii.

Studiile hidrogeologice de suprafață au identificat prezența unui ponor în cursul superior al văii Groapa Popii, în apropierea verticalei planului înclinat.

Ponorul este alimentat din apa provenită din izvorul Ulmului (fig. 3), iar observațiile microtectonice indicau o drenare naturală probabilă a apelor infiltrate prin ponor de către cursul subteran care iese din Peștera Cioroaiele Țîrcului. Apele infiltrate puteau însă, în egală măsură, să alimenteze și viiturile de apă din partea inferioară a planului înclinat, ca urmare a unui fenomen de captare subterană.

Pentru elucidarea acestei probleme, apa care se infiltrează prin ponorul din Groapa Popii a fost marcată simultan cu trei trasori : I —131, NaCl și Rhodamina-B.

Marcarea s-a făcut sub formă de impuls δ pentru I —131 și sub formă de „pachet marcat„ (funcție intermediară U^*) pentru ceilalți trasori. Punctele de măsurare au fost : planul înclinat, Izvorul Tîlharului și Izvorul Cioroaiele Țîrcului.

Nici un trasor nu a ajuns în apele captate din Izvorul Tîlharului. Majoritatea cantității de trasor din fiecare categorie a fost canalizată spre Cioroaiele Țîrcului, care prezintă o circulație caracteristică în carsturi (fig. 6).

Măsurătorile făcute asupra ionului Cl^- indică apariția trasorului după parcurgerea în subteran a 79 ore. Valorile măsurate între orele 18 —79 de la injectare pot fi considerate ca semnificative, avînd în vedere valoarea fondului. Maximul de concentrație se obține după 102 ore.

Primele molecule de I —131 au apărut la Cioroaiele Țîrcului după 78 de ore de la injectare, iar ultimele au trecut după 237 ore. Durata medie de tranzit, calculată conform metodologiei utilizată în lucrare, este de 134 ore. Concentrația maximă apare la aproximativ 105 ore de la injectare.

Pentru urmărirea Rhodaminei-B s-au folosit filtre cu cărbune activ. Colorantul a fost extras din cărbune cu alcool etilic, iar măsurarea cantității extrase s-a făcut cu ajutorul unui fotocolorimetru. Diagrama variației concentrației Rhodaminei-B în apa izvorului Cioroaiele Țîrcului este asemănătoare diagramei trasorului radioactiv.

Apele marcate în ponorul Valea Popii nu ajung în întregime la Cioroaiele Țîrcului ; există cel puțin o zonă de infiltrații unde aceste ape sînt drenate către mina Brusturi. Într-adevăr, trasorii utilizați apar în mina Brusturi în zona planului înclinat. Din diagrama prezentată în figura 7 se poate observa că I —131 a apărut în mina Brusturi în două tranșe : între 114 —139 ore și între 149 —215 ore de la injectare. Asta înseamnă, fie că apele circulînd pe traseul subteran Valea Popii-Cioroaiele Țîrcului traversează două zone permeabile, fie că există o singură zonă permeabilă și apele

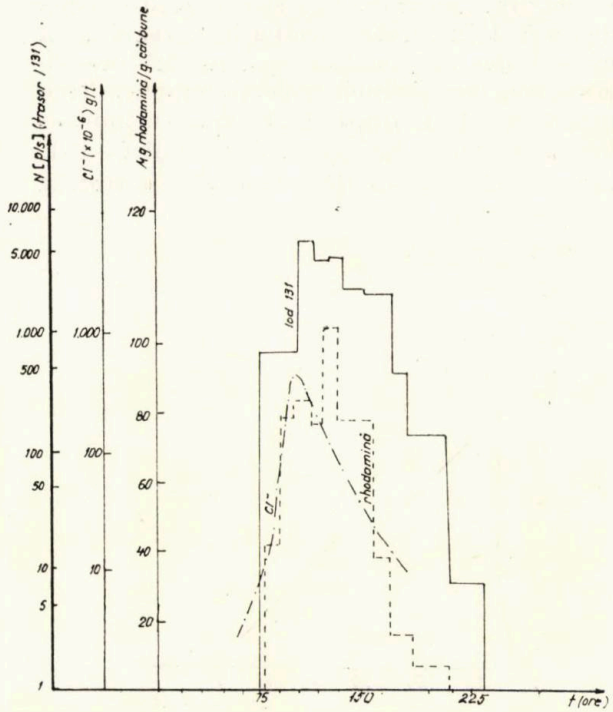


Fig. 6. Diagrama variației concentrației trasorilor în apa izvorului Cioroaiele Tîrcului.

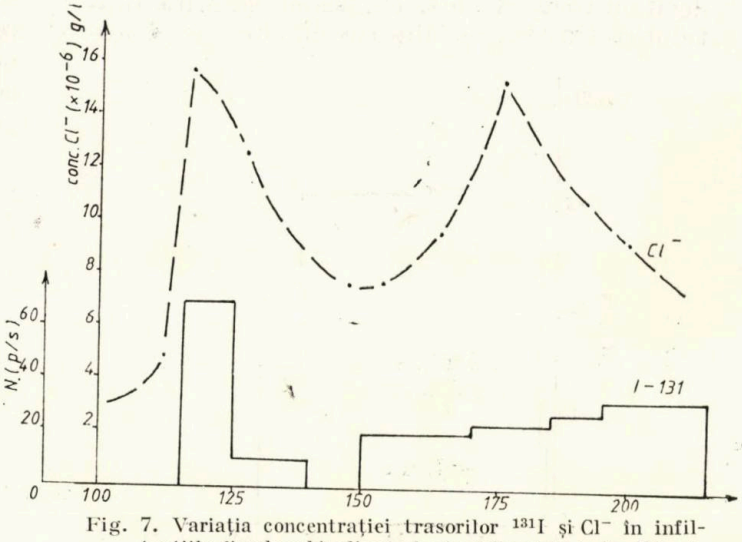


Fig. 7. Variația concentrației trasorilor ^{131}I și Cl^- în infiltrațiile din planul înclinat al minei Brusturi (cota 460 m).

marcate parcurg trasee diferite, bifurcîndu-se în subteran. Durata medie de tranzit este de 164 ore, cele două picuri de concentrație fiind la 122 ore și respectiv 190 ore de la injectare.

Zona sau zonele de infiltrare a apelor care apar în mina Brusturi sînt situate mai aproape de punctul de marcare deoarece prin punctul Cioroaiele Țîrcului trasorul mai circulă cel puțin 26 ore după ce ultimele molecule radioactive au ajuns în mina Brusturi, iar viteza de circulație a apei pe traseul carstic este evident mai mare.

Analizînd conținutul ionilor de Cl^- a probelor colectate în mina Brusturi, se poate da, ca o valoare certă, apariția primului val de trasori după 116,5 ore de la injectare, iar a celui de-al doilea val, la aproximativ 170 ore, durata medie de tranzit fiind de 150 ore de la injectare.

Concluzii

1. Studiile hidrogeologice cu trasori au evidențiat posibilitățile deosebite ale trasorilor Iod—131, Rhodamina-B și NaCl (ionul Cl^-) pentru identificarea originii afluxurilor de apă în minele de bauxită și pentru determinarea parametrilor hidrodinamici ai curgerii subterane.

2. Marcările efectuate cu trasori diferiți au permis precizarea originii infiltrațiilor de apă care se produc în minele Aurica și Brusturi, precum și durata minimă și medie de infiltrare a apelor în punctele de lucru din subteran.

Bibliografie

[1] Orășeanu, I., Anghel, E., Gaşpar, E. *Studii de hidrogeologie*. E, 13, 1978, p. 43—53.

[2] Gaşpar, E., Orășeanu I., Pop, I. First Int. Mine Water Congress, Budapest, 1982.

[3] Patrulius, D. ş. a. *Raport geologic*. Arhiva Inst. geol. geofiz. București, 1977.

[4] Vălenaş L. Nymphaea, VIII—IX, 1980—1981, p. 265—310, Oradea.

Algoritm pentru proiectarea unui sistem de etanşare tip ecluză dintr-un puţ minier de transport şi aeraj

Conf. dr. ing. V. **Zamfir**
Institutul de Mine Petroşani

I. Introducere

Creşterea producţiei de cărbune, precum şi modificările continue care intervin în structura reţelelor subterane, ca urmare a extinderii perimetrelor miniere exploatabile, au determinat necesitatea creării de noi legături principale subteran-suprafaţă pentru aeraj. Aceste legături se pot realiza în două moduri : fie se sapă noi puţuri de aeraj, fie se utilizează puţurile de extracţie existente de transport, ca puţuri de aeraj.

Folosirea puţurilor miniere de transport existente şi pentru scoaterea sau introducerea aerului în subteran ridică două probleme :

— evitarea prăfuirii atmosferei din subteran, avînd în vedere că pe aceste căi se transportă substanţa minerală utilă şi sterilă şi deci există pericolul antrenării de către curentul de aer a unei mari cantităţi de praf ;

— limitarea pierderilor de aer deoarece mijloacele pentru dirijarea curentului de aer şi etanşarea acestor căi de transport trebuie să permită trecerea vaselor de extracţie.

Din practica minieră se cunoaşte că soluţia de introducere a aerului proaspăt în subteran prin puţuri de extracţie este neadecvată deoarece duce, în mod inevitabil, la prăfuirea intensă a atmosferei subterane cu praful din puţul de extracţie. Soluţia de folosire a sistemului de aeraj aspirant prin puţurile de extracţie este de preferat celei refulante, deoarece prăfuirea curentului de aer are loc după ce acesta a trecut prin subteran.

Oricare ar fi soluţia de aerisire a lucrărilor miniere subterane se pune problema limitării pierderilor de debit de aer la valori cît mai mici.

Limitarea pierderilor de debit de aer se face prin :

- eliminarea periodică a prafului decantat în canalele ventilatoarelor ;
- limitarea pierderilor de debit prin neetanşeităţile puţului de extracţie.

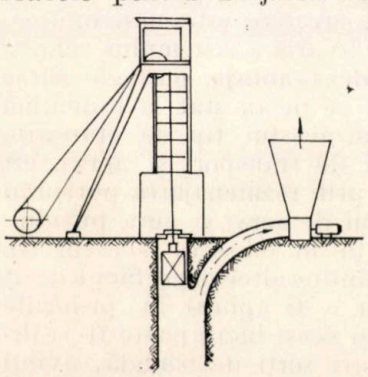


Fig. 1. Etanşarea puţului cu clopot.

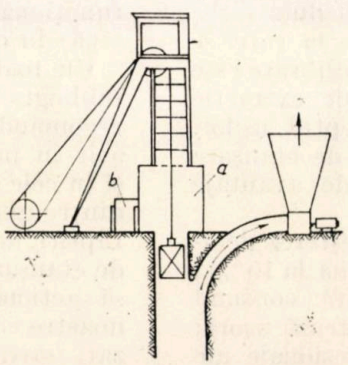


Fig. 2. Etanşarea cu ajutorul clădirii de detenţă *a* şi a camerei ecluză *b*.

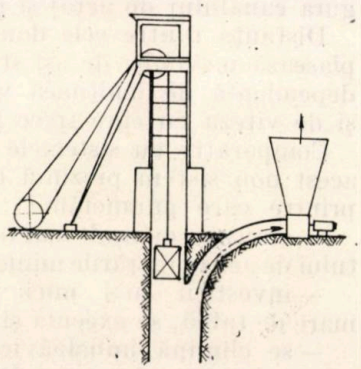


Fig. 3. Etanşarea turnului de extracţie.

Pentru etanșarea puțului de extracție folosit și ca puț de aeraj se cunosc următoarele soluții :

— etanșarea puțului, cu clopot (fig. 1);

— etanșarea cu ajutorul clădirii de detență și a camerei ecluză (fig. 2);

— etanșarea turnului de extracție (fig. 3).

Metodele de etanșare menționate au o serie de dezavantaje.

Astfel, m e t o d a c u c l o p o t se aplică mai ales la etanșarea puțurilor de aeraj.

În cazul puțurilor de transport și aeraj nu poate fi aplicată decît în combinație cu altă metodă care să preîntîmpine acțiunea depresiunii creată de ventilator direct pe clopot.

M e t o d a d e e t a n ș a r e c u a j u t o r u l c l ă d i r i i d e d e t e n ț ă ș i a c a m e r e i e c l u z ă are dezavantajul unui consum mare de tablă de construcție pentru etanșarea clădirii, provoacă îmbolnăvirea personalului care lucrează în rampa puțului ca urmare a variațiilor repetate ale presiunii din spațiul de lucru (boala de cheson). În plus, calitatea etanșării este redusă — pierderile de debit, în cazurile funcționării corecte a sistemului, variază între 9 și 27%. Valorile de mai sus sînt relativ mari și nu sînt în concordanță cu investiția făcută pentru realizarea etanșării.

M e t o d a d e e t a n ș a r e a c o r p u l u i t u r n u l u i d e e x t r a c ț i e este o soluție asemănătoare celei precedente, are aceleași dezavantaje, cu excepția că variația depresiunii se resimte mai puțin de către personalul care lucrează în rampa puțului.

Destul de recent a fost încercat, cu rezultate foarte bune, un nou sistem [4] care a fost recomandat a fi aplicat și la noi [3] — și anume etanșarea puțului cu uși static echilibrate montate în sistem tip ecluză în puțul de transport și aeraj, imediat deasupra gurii canalului de aeraj (fig. 4).

II. Sistemul de etanșare cu uși static echilibrate — prezentare generală

Acest sistem constă, așa cum rezultă din figura 4, din cîte două perechi de uși static echilibrate *A* și *B*, așezate la 45° față de axa puțului de extracție, astfel montate încît să formeze o ecluză, în porțiunea puțului de extracție dintre gura canalului de aeraj și gura puțului.

Distanța dintre cele două nivele la care se plasează perechile de uși static echilibrate este dependentă de înălțimea vasului de extracție și de viteza cu care trece prin dreptul ușilor.

Comparativ cu sistemele clasice de etanșare acest nou sistem prezintă o serie de avantaje printre care enumerăm :

— etanșare cu mult mai bună (creșterea debitului de aer în lucrările miniere cu pînă la 15%);

— investiții mai mici (se evită consumul mare de tablă, se execută și se montează ușor);

— se elimină îmbolnăvirile profesionale ale personalului de deservire din rampa superioară a puțului.

Noul sistem de etanșare are și unele dezavantaje :

- prezintă elemente în mișcare, a căror fiabilitate este mai redusă decît a elementelor statice;
- cere o anumită distanță între gura puțului și gura canalului de aeraj;
- necesită amenajări în porțiunea de puț dintre gura canalului de aeraj și rampa superioară;
- necesită modificarea tahogramei de viteză a instalației de extracție, prin restricțiile impuse asupra valorii vitezei de deplasare prin dreptul ușilor și prin urmare mărește ciclul unei curse de extracție;

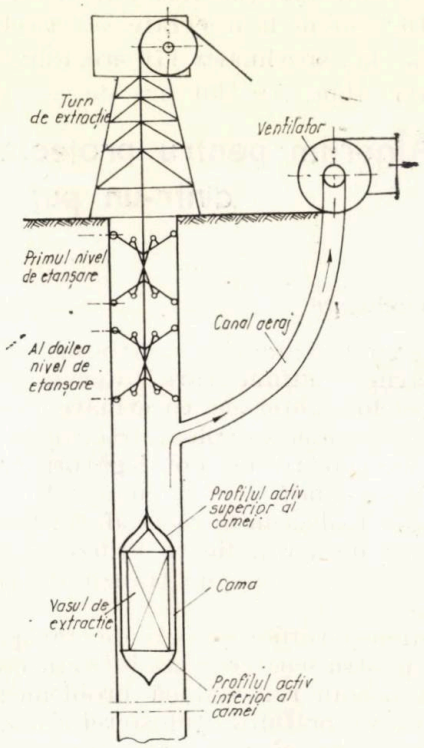


Fig. 4. Etanșarea puțului cu uși static echilibrate montate în sistem ecluză.

- determină creșterea sarcinii în cablul vasului de extracție (în condiții normale de funcționare această creștere este nesemnificativă) în condiții de avarie a sistemului ecluză.

Cu toate aceste dezavantaje, puținele surse bibliografice [3; 4] ce ne-au stat la îndemînă recomandă folosirea acestui tip de etanșare, atît în puțurile noi de transport și aeraj, cît și în cele existente, prin reamenajarea porțiunii dintre gura canalului de aeraj și gura puțului. Lipsiți de experiență în folosirea acestui tip de etanșare, nu ne rămîne altceva de făcut decît să acționăm pentru a fi aplicat în propriile noastre construcții și acest lucru poate fi realizat, credem, cu mari sorți de izbîndă, avînd în vedere că se posedă un proiect propriu de execuție — proiect C.C.S.I.T.U.M. — Satu Mare,

Filiala Petroşani şi propriul nostru algoritm de calcul necesar proiectării şi dimensionării elementelor componente [2].

Menţionăm că acest sistem de etanşare, aşa cum se precizează în [4], a fost folosit în R. P. Polonă cu rezultate foarte bune, asigurîndu-se o reducere a pierderilor de debit la valori sub 5% din debitul total al ventilatorului, valori care s-au situat cu mult sub cele mai severe recomandări ale normelor de aeraj minier.

III. Prezentarea, descrierea şi funcţionarea sistemului de etanşare

Pentru realizarea unei asemenea etanşări s-a adoptat sistemul tip ecluză format din două nivele cu uşi static echilibrate, acţionate direct de către vasele de extracţie (fig. 5). După cum rezultă din figura 5, sistemul de etanşare constă din două perechi de uşi static echilibrate prin construcţie *1*, *1'* —*2*, *2'*, aşezate în poziţie

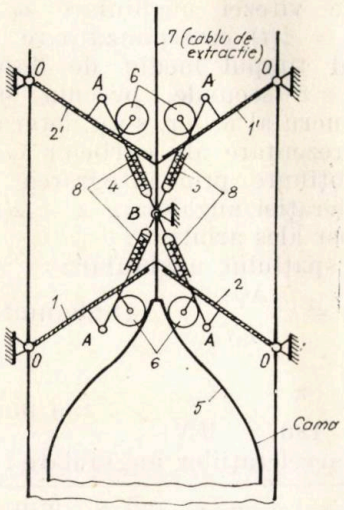


Fig. 5. Principiul unei uşi de etanşare echilibrată static.

iniţială înclinată la 45° faţă de planul axial al puţului de extracţie.

Legătura dintre uşile *1* şi *1'*, *2* şi *2'* se realizează prin culisele oscilante *3* şi *4*, avînd articulaţia fixă *B*, comună.

Pe vasele de extracţie sînt montate camele de translaţie *5* cu două plane de simetrie.

Pe fiecare uşă de etanşare sînt montate cîte două role *6* aşezate fiecare în planul corespunzător uneia din camele de pe vasul de extracţie.

La cursa de ridicare, cele două came de pe vasul de extracţie vin în contact, prin profilul lor activ superior, cu rolele de pe uşile inferioare *1* şi *2* pe care le deschide. Prin intermediul culiselor oscilante *3* şi *4* sînt deschise simultan şi uşile superioare *1'* şi *2'*. Cele două came ghidează vasul de extracţie printre uşi, rămînînd în contact permanent cu rolele *6*. Menţinerea în contact a camelor *5* cu rolele *6* se realizează prin forţa elastică dată de către nişte arcuri elicoidale *8* montate în interiorul culiselor *3* şi *4*.

Închiderea uşilor se realizează prin intermediul profilului activ inferior al camelor.

La cursa descendentă se procedează invers.

După trecerea vasului de extracţie şi după ce primele două perechi de uşi s-au închis, vasul de extracţie deschide perechile de uşi următoare. În felul acesta, se realizează efectul de ecluză şi depresiunea ventilatorului nu afectează funcţionarea mecanismului uşilor.

Din practica din străinătate [4], în construcţia şi folosirea sistemului de etanşare cu uşi static echilibrate, au rezultat facilităţi legate de.

a. Simplitatea lucrărilor care trebuie efectuate în vederea fabricării şi instalării sistemului care constau în:

— construcţia propriu-zisă a uşilor cuplate între ele prin pîrghii telescopice;

— modificarea amplasamentului unui rînd de moaze în vederea montării sistemului;

— construirea a două poduri de etanşare;

— construirea unor trape în sistem ecluză pentru accesul oamenilor în puţ. Sistemul ecluză trebuie prevăzut pentru a se evita absorbirea oamenilor în puţ în timpul deschiderii unei trape. Interblocajul deschiderii trapelor se poate realiza folosind o tijă cu filet stînga la un capăt şi dreapta la celălalt, montată între ele;

— construirea unui sistem de deschidere forţată a uşilor de etanşare static echilibrate, prin troliu amplasat în rampa puţului. Acest sistem de deschidere este necesar pentru a bloca uşile în poziţie deschisă cînd se transportă materiale cu lungime mai mare decît lungimea vasului de extracţie şi a ghidajelor şi uşile nu pot fi deschise de către vasul de extracţie. De asemenea, sînt necesare sisteme de semnalizare a poziţiei vasului de extracţie faţă de uşile de etanşare pentru ca mecanicul maşinii de extracţie să reducă viteza la o valoare corespunzătoare;

— prevederea unei protecţii împotriva îngheţării mecanismului; aceasta se poate realiza printr-o conductă cu aer cald;

— introducerea în spaţiul de ecluzare a unui sistem de control a concentraţiei de metan.

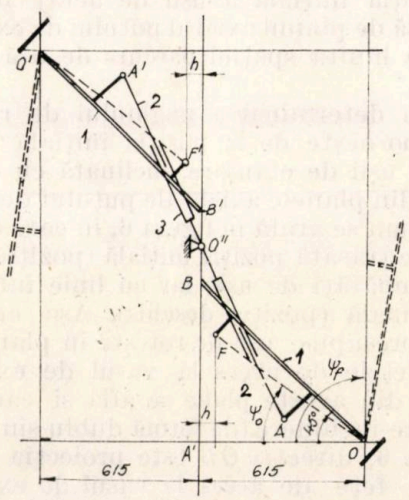


Fig. 6. Determinarea unghiului de rotire al uşii.

Această măsură este necesară pentru faptul că în spațiul de ecluzare se poate acumula metanul deoarece acesta are densitate mai mică decît aerul și poate fi reținut în spațiul de ecluzare;
— este necesară etanșarea pivniței puțului.

b. Rezistența aerodinamică a sistemului de etanșare se apropie, ca mărime, de rezistența aerodinamică a puțului deschis, fapt care asigură stabilitatea aerajului general, atît datorită reducerii la minim a aspirației de aer fals, cît și datorită anulării variațiilor de presiune.

c. Solicitările dinamice ale mașinii și cablului de extracție sînt minime.

d. Lucrările de întreținere a vaselor de extracție se pot executa fără restricții de securitate, respectiv fără oprirea instalației principale de ventilație în rampa superioară a puțului.

IV. Alegerea profilului camelor de pe vasele de extracție pentru deschiderea ușilor de aeraj

În continuare se pune problema găsirii celei mai adecvate forme pentru camele plasate pe vasele de extracție pentru deschiderea ușilor static-echilibrate din puțurile miniere de aeraj și transport [5].

În alegerea profilului camelor s-a avut în vedere, în contextul celorlalte măsuri de precauție — viteza redusă a vasului, echilibrarea statică a ușilor, folosirea efectului de ecluză pentru degrevarea ușilor de etanșare de efectul depresiunii ventilatorului — următoarele:

- vasul de extracție să intre lin în contact cu ușile de etanșare;
- ușile de etanșare să rămînă în contact cu ghidajele de pe vasul de extracție pe toată durata trecerii acestuia prin dreptul ușii;
- încărcarea suplimentară pe cablul vasului de extracție să fie minimă.

S-a pornit de la următoarele date inițiale alese ca potrivite:

— viteza vasului de extracție de 1 m/s;
— înălțimea activă a camei de pe vasul de extracție, s, m;
— poziția inițială a ușii de aeraj înclinată la 45° față de planul axial al puțului de extracție, pentru a limita spațiul parcurs de ușă în deschidere.

Pentru determinarea unghiului de rotire al ușii se pornește de la poziția inițială (poziția închis) a ușii de etanșare, înclinată cu 45° față de unul din planele axiale ale puțului de extracție, așa cum se arată în figura 6, în care cu linie plină este trasată poziția inițială (poziție închis) a unei jumătăți de ușă, iar cu linie întreruptă poziția finală (poziția deschis). Așa cum este ușor de presupus, ușa de rotește în plane paralele cu fețele de acces la vasul de extracție. În două din aceste plane se află și camele de deschidere-închidere (de formă dublu simetrică). În figura 6, direcția OB este proiecția ușii pe planele — fețe de acces la vasul de extracție. În punctul F se află montate rolele (2 role în plane diferite) de ghidaj ale ușii. Prin ψ_0 și ψ_f s-au notat unghiurile pe care le face direcția OF cu orizontala, în poziție inițială (închis) și respectiv în poziție finală (deschis) a ușii. Cunoscînd distanța OA dintre articulația ușii pînă la planul principal axial al puțului de extracție, este ușor să se constate că distanța centrului rolei F față de planul axial principal al puțului este dată de următoarea relație:

$$h = OA' - OF\cos(\psi_0 + \psi_i);$$
$$0 \leqslant \psi_i \leqslant \Delta\psi = \psi_f - \psi_0 \qquad (1)$$

Valorile unghiului $0 \leqslant \psi_i \leqslant \Delta\psi = \psi_f - \psi_0$ se aleg în conformitate cu legile de mișcare adoptate pentru deschiderea ușilor, așa cum se va arăta.

Ușa, la deschidere, are o mișcare variabilă, impusă prin legea de variație aleasă convenabil pentru accelerația unghiulară $\varepsilon = \varepsilon(t)$. Prin integrare grafică succesivă, se obțin curbele de variație ale vitezei unghiulare $\omega = \omega(t)$ și spațiului $\psi = \psi(t)$ corespunzătoare.

Cunoscînd timpul mediu de deschidere a ușilor, $t = s/v$ secunde, precum și unghiul maxim de lucru al ușilor, s-au determinat scările de reprezentare ale curbelor $\omega = \omega(t)$ și $\psi = \psi(t)$, obținute prin integrarea grafică a curbei accelerației unghiulare $\varepsilon = \varepsilon(t)$ al cărei maxim a fost ales arbitrar:

- scara spațiului unghiular:

$$k_\psi = \frac{\Delta\psi}{|MN|}, \quad \text{grade/mm}, \qquad (2)$$

sau:

$$k_\psi = \frac{\pi}{180} \cdot \frac{\psi_{max}}{|MN|}, \quad \text{rad/mm}, \qquad (3)$$

- scara accelerațiilor unghiulare:

$$k_\varepsilon = \frac{k_\psi}{H_\varepsilon^2 \cdot k_t^2}, \quad \text{rad s}^{-2}\text{/mm}, \qquad (4)$$

în care:

H_ε este distanța polară, aleasă la integrarea grafică a curbei accelerației;
k_t — scara timpului;

- scara vitezei unghiulare:

$$k_\omega = H_\omega \cdot k_t \cdot k_\varepsilon, \quad \text{rad s}^{-1}\text{/mm}. \qquad (5)$$

Aceste scări au fost determinate numeric [2] pentru legile de mișcare parabolică, pseudocosinusoidală, sinusoidală și pseudosinusoidală.

Cu scările determinate mai sus se pot determina valorile la un moment dat t, ale spațiului unghiular, vitezei și accelerației unghiulare ale ușii de etanșare:

$$\psi(t) = y_\psi(t) \cdot k_\psi; \quad \omega(t) = y_\omega(t) \cdot k_\omega; \quad \varepsilon(t) = y_\varepsilon(t) \cdot k_\varepsilon \qquad (6)$$

în care:

k_ψ, k_ω și k_ε sînt scările de reprezentare pentru spațiul, viteza unghiulară și accelerația unghiulară a ușii;
$y_\psi(t)$, $y_\omega(t)$, $y_\varepsilon(t)$ — ordonatele la momentul t, în diagramele spațiului, vitezei unghiulare și accelerației unghiulare.

Apoi cu prima din relațiile (6) se determină valoarea unghiului $\psi_i = \psi(t)$ care se va folosi în relația (1), pentru determinarea profilului camelor.

Profilul camelor va rezulta ca înfășurătoare a mulțimii pozițiilor cercurilor ce reprezintă rolele de ghidare de pe ușile de aeraj în situația inversării mișcării (ghidaj fix, uși de etanșare mobile).

Cunoscînd mulțimea pozițiilor succesive ale rolelor de ghidare, se poate trasa ușor curba înfășurătoare a acestora, care va servi ca șablon la construcția camelor ce trebuie plasate pe vasele de extracție.

Camele rezultate sînt dublu simetrice deoarece ușile de aeraj sînt dublu simetrice și ele trebuie deschise de către camele vasului de extracție, atît la cursa ascendentă, cît și la cursa descendentă a acestuia.

În figura 7 sînt arătate diagramele spațiului, vitezei și accelerației pentru legea de mișcare sinusoidală, percum și mulțimea pozițiilor role-

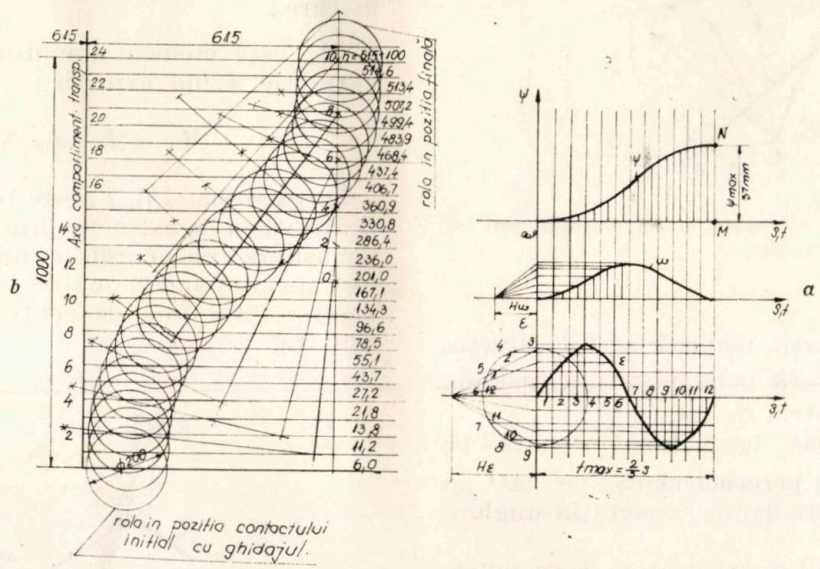


Fig. 7. Legea de mișcare sinusoidală :

a — diagramele spațiului, vitezei și accelerației ; *b* — ghidaj cu profil sinusoidal.

lor de pe ușa a cărei înfășurătoare determină profilul activ al camelor. S-a ales din cele patru legi de mișcare, menționate mai sus, legea de mișcare sinusoidală deoarece aceasta este lipsită de șocuri la contactul camă-rolă.

V. Elemente de cinematică și dinamică privind sistemul ușilor de etanșare

În continuare ne propunem o analiză cinematică și dinamică a mecanismului ușilor de etanșare static echilibrate tip ecluză prezentate mai sus, pentru a determina legătura dintre parametrii cinematici ai vasului de extracție și cei ai elementelor componente ale mecanismului ușilor.

1. *Determinarea distribuției de viteze* (fig. 8)

Viteza articulației A, considerînd că aparține elementului 1, se determină cu relația :

$$\overline{V}_{A_1} = \overline{\omega}_1 \cdot \overline{OA}. \tag{7}$$

Viteza articulației A, considerată pe elementul *2* este $\overline{V}_{A_2} = \overline{V}_{A_1}$. Viteza punctului A de pe elementul *3* cu care articulația A se suprapune la un moment dat este dată de relația :

$$\overline{V}_{A_3} = \overline{V}_{A_2} + \overline{V}_{A_3A_2}; \quad \overline{V}_{A_3} \perp AB; \quad \overline{V}_{A_2} \perp OA;$$

$$\overline{V}_{A_3A_2} \| AB; \tag{8}$$

Din rezolvarea grafică a ecuației (8) se vor afla mărimile vitezelor $\overline{V}_{A_3}$ și vitezei relative $\overline{V}_{A_3A_2}$ dintre elementele 3 și 2.

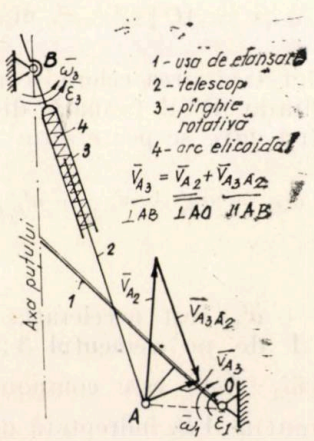


Fig. 8. Distribuția de viteze, în mecanismul ușii de etanșare

Cu ajutorul vitezei $\bar{V}_{A_3}$ se va determina viteza unghiulară de rotaţie a pîrghiei telescopice (elementul 3) ω_3 :

$$\omega_3 = \frac{\bar{V}_{A_3}}{\overline{AB}}. \qquad (9)$$

2. *Determinarea distribuţiei de acceleraţii* (fig. 9)

Acceleraţia articulaţiei A dintre uşă şi pîrghia telescopică se determină cu relaţia :

$$\bar{a}_{A_1} = \bar{a}_{A_1} + \bar{a}^t_{A_1} \qquad (10)$$

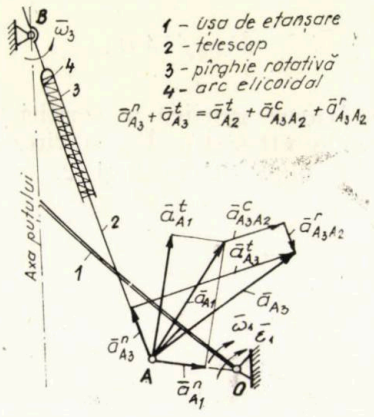


Fig. 9. Distribuţia de acceleraţii în mecanismul uşii de etanşare.

în care :

$\bar{a}^n$ este acceleraţia normală avînd direcţia AO şi este îndreptată întotdeauna spre centrul de rotaţie 0 ;

$\bar{a}^t_A$ — acceleraţia tangenţială, situată pe direcţia perpendiculară pe AO şi sensul este dat de acceleraţia unghiulară ε.

Modulul acceleraţiei articulaţiei A se determină cu relaţia :

$$|\bar{a}_{A_1}| = AO\sqrt{\omega^4 + \varepsilon^2}, \ \text{m/s}^2. \qquad (11)$$

Pentru determinarea celorlalte acceleraţii se consideră diada RTR formată din elementele 2 şi 3 pentru care se poate scrie :

$$\bar{a}_{A_3} = \bar{a}_{A_2} + \bar{a}^c_{A_3A_2} + \bar{a}^r_{A_3A_2} \qquad (12)$$

în care :

$\bar{a}_{A_3} = \bar{a}^n_{A_3} + \bar{a}^t_{A_3}$ eest acceleraţia compusă a punctului A de pe elementul 3 ;

$\bar{a}^n_{A_3} = \bar{\omega}_3(\bar{\omega}_3 \cdot \overline{BA})$ este componenta axială ($||$ cu elementul AB, îndreptată de la A la B) a acceleraţiei a_{A_3} ;

$\bar{a}_{A_3} = \bar{\varepsilon} \cdot \overline{BA}$ este componenta tangenţială ($\perp$ pe elementul AB) ;

$\bar{a}_{A_1} = a_{A_1}$ este acceleraţia punctului A de pe elementul 2 ;

$\bar{a}^c_{A_3A_2} = 2\bar{\omega}_3 : \bar{V}_{A_3A_2}$ este acceleraţia Coriolis, în mişcarea relativă dintre elementele 3 şi 2 ;

$\bar{a}^r_{A_3A_2} // AB$ este acceleraţia relativă a elementului 3 faţă de elementul 2.

Din rezolvarea grafică a ecuaţiei (12) se determină mărimile acceleraţiilor $\bar{a}^t_{A_3}$ şi $\bar{a}^r_{A_3}$. După determinarea acestora se va putea afla valoarea acceleraţiei unghiulare a elementului 3 :

$$\varepsilon_3 = \frac{\bar{a}^t_{A_3}}{AB}, \quad \text{rad/s}^2. \qquad (13)$$

3. *Ecuaţia de mişcare a uşii de etanşare*

Ecuaţia de mişcare a uşii de etanşare este :

$$M_m = M_r + 2\ I_{red} \cdot \varepsilon, \ \text{N} \cdot \text{m}, \qquad (14)$$

în care :

M_m este momentul motor dat de vasul de extracţie avînd expresia :

$$M_m = F_n \cdot d_1, \ \text{N} \cdot \text{m}. \qquad (15)$$

În expresia (15), F_n este forţa cu care acţionează vasul de extracţie prin intermediul camelor asupra rolelor uşii, avînd direcţia normalei comune, în punctul de contact, iar d_1 este braţul acestei forţe faţă de centrul de rotaţie 0 al uşii (fig. 10).

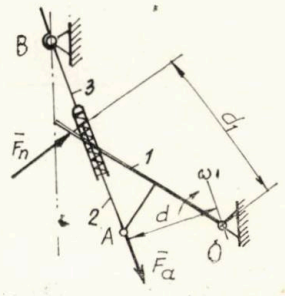


Fig. 10. Sistemul forţelor în mecanismul uşilor.

Momentul rezistent M_r este generat de forţele din arcurile elicoidale de compresiune, montate pe pîrghiile telescopice şi este dat de expresia :

$$M_r = n \cdot F_a \cdot d, \qquad \text{N} \cdot \text{m}, \qquad (16)$$

în care :

n este numărul arcurilor ;

F_a — forţa dată de un arc ;

d — braţul de acţiune al acesteia faţă de centrul de rotaţie 0 al uşii (fig. 10).

Momentul de inerţie redus I_{red} la axa 0 a balamalelor uşii de etanşare este dat de relaţia (17):

$$I_{red} = 2\,I_{01} + I_{03}\left(\frac{\omega_3}{\omega_1}\right)^2 + I_{02}\left(\frac{\omega_3}{\omega_1}\right)^2 + 2m\left(\frac{VG_2}{\omega_1}\right)^2 \qquad (17)$$

în care:

I_{01} este momentul de inerţie mecanic al uşii de aeraj faţă de axa ce trece prin centrul de rotaţie 0;

I_{02}, I_{03} — momentul de inerţie mecanic al elementului 2, respectiv 3, faţă de o axă ce trece prin centrul de rotaţie B;

m_2 — masa elementului 2;

VG_2 — viteza centrului de masă pentru elementul 2.

4. *Forţa suplimentară din cablul de extracţie*

Forţa suplimentară din cablul de extracţie se obţine pornind de la componentele forţei normale F_n de interacţiune dintre ghidajele vaselor de extracţie şi rolele de pe perechile de uşi de etanşare pe direcţia verticală şi orizontală:

$$F_n = F_v + F_H. \qquad (18)$$

Considerînd coeficientul de frecare redus de rostogolire a rolei uşii pe camă f', forţa suplimentară din cablul de extracţie, provenită de la o pereche de uşi de etanşare, este dată de expresia:

$$F_{sc} = \pm\,(F_v + f'\,F_H) \qquad (19)$$

Semnul plus din expresia (19) corespunde sensului de urcare, iar semnul minus — sensului de coborîre a vasului de extracţie.

Ţinînd cont că în ansamblul unui nivel de etanşare sînt două perechi de uşi, forţa totală suplimentară este:

$$F_{sct} = 2\,F_{sc} \qquad (20)$$

După cum se vede din relaţiile (19) şi (20), cablul de extracţie este supraîncărcat la cursa de ridicare şi subîncărcat la cursa de coborîre cu o forţă suplimentară F_{sct}.

VI. Calculul momentului rezistent. Forţa necesară din arc

Momentul rezistent M_r este dat de forţa cu care arcurile din pîrghiile telescopice sînt comprimate în timpul deschiderii.

Arcurile se comprimă pe măsură ce uşile se deschid, înmagazinînd o cantitate de energie prin deformaţie elastică, care are următoarea menire:

— să anuleze energia cinetică a maselor mecanismului uşilor în perioada de retardare;

— să readucă uşile în poziţia „închis" după trecerea coliviei.

Prin urmare, momentul motor dat de ecuaţia (14) trebuie să fie în permanenţă pozitiv căci în caz contrar uşa se desprinde de ghidaj şi nu mai este sub control (se izbeşte de pereţii laterali ai puţului). Această observaţie este deosebit de importantă şi ea stă la baza calculelor pentru dimensionarea arcurilor.

Săgeata arcului va fi — în ipoteza că în poziţia „uşi închise" arcul nu este precomprimat — egală cu scurtarea pîrghiilor telescopice de antrenare a uşilor.

Tot aici este de menţionat că, prin tatonări referitoare la poziţia convenabilă a articulaţiei A dintre pîrghiile telescopice şi uşi, se poate obţine un moment M_r, fie pe seama forţei din arc, fie pe seama braţului acestor forţe faţă de axa de rotaţie a uşii.

După ce s-a ales poziţia definitivă a articulaţiei A, s-a calculat mărimea $2\,I_{red}\cdot\varepsilon$ pentru o succesiune de poziţii a uşii în deschidere.

În perioada de retardare a mişcării acest produs are valoare negativă şi prin urmare se adaugă la momentul motor (vezi relaţia 14).

Punînd condiţia ca momentul motor $M_m \geqslant 0$, pe toată durata de deschidere a uşii, se obţine:

$$M_r > 2I_{red}\cdot\varepsilon \qquad (21)$$

Ţinînd cont de relaţia (16), cunoscînd pe d, se obţine forţa necesară din arc pentru poziţia luată în considerare:

$$F_a \geqslant \frac{2\,I_{red}\cdot\varepsilon}{n_d},\ \text{daN}. \qquad (22)$$

Considerînd o caracteristică liniară pentru arcul elicoidal de compresiune, se vor putea determina valorile forţelor de compresiune corespunzătoare fiecăreia din poziţiile succesiunii (se cunosc săgeţile), prin asemănarea triunghiurilor, aşa cum este ilustrat în figura 11.

$$F_j = F\frac{f_i}{f}, \qquad (23)$$

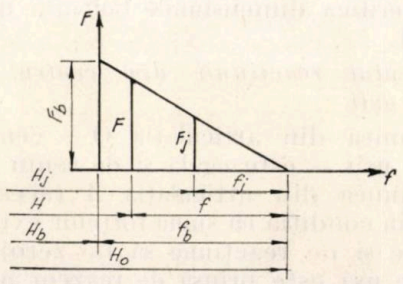


Fig. 11. Caracteristica arcurilor din pîrghiile telescopice

în care $F = F_a$, obținută din relația (22), f_j este săgeata corespunzătoare forței F_j, f_2 este săgeata corespunzătoare forței F.

Prin H_j, H, H_b se înțelege lungimea arcului corespunzătoare forței F_j, respectiv forței F, respectiv forței de blocare și H_0 este lungimea arcului în stare liberă.

VII. Calcule de rezistență pentru principalele elemente ale mecanismului ușilor de etanșare

1. *Calculul reacțiunii din articulația A*

Pentru stabilirea forțelor de calcul pentru principalele elemente ale mecanismului ușilor se va porni de la ecuația de mișcare (14) care se va transpune în articulația A, adică momentul motor, dat de ecuația (14), se va înlocui cu momentul față de centrul de rotație 0 al ușii al unei forțe reduse în A, situată pe direcția perpendiculară pe direcția pîrghiei telescopice (fig. 12):

$$F_2 = \frac{M_m}{d_2}, \text{ daN}, \qquad (24)$$

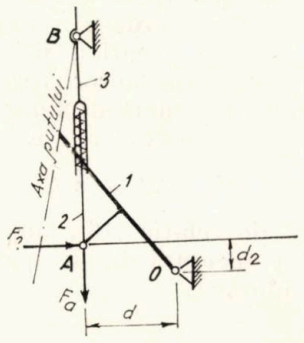


Fig. 12. Sistemul de forțe pentru calculul reacțiunii din articulația A.

Reacțiunea din A este:

$$R_A = \sqrt{F_a^2 + F_2^2}, \qquad (25)$$

în care:

d_2 este distanța de la centrul de rotație al ușii la direcția forței F_2;

F_a — forța din arcul elicoidal.

Cunoscînd reacțiunea R_A, se va putea calcula și verifica dimensiunile bolțului din articulația A.

2. *Calculul reacțiunii din centrul O de rotație a ușii*

Reacțiunea din articulația O — centrul de rotație a ușii — este egală și de semn contrar cu reacțiunea din articulația A (acest lucru rezultă din condiția ca suma forțelor exterioare, de inerție și de reacțiune să fie zero).

Fiecare ușă este prinsă de reazem prin mai multe balamale. În ipoteza repartizării uniforme a reacțiunii R_0 pe fiecare balama, calculul bolțului se poate face ușor. Bolțul din această articulație rezultă cu un diametru mai mic decît cel din articulația din A.

Orientativ diametrul acestuia se poate lua aproximativ la 2/3 din diametrul bolțului din articulația A.

3. *Reacțiunea din articulația B a pîrghiilor telescopice*

Reacțiunea din centrul de rotație B este egală cu $R_{0_2} = 2F_2$ (fig. 13).

4. *Calculul de rezistență al pîrghiilor telescopice*

Pîrghiile telescopice se vor calcula conform cu modelul din figura 13 pentru cazul cel mai defavorabil privind valoarea forței F_2 și valoarea deschiderii la încovoiere, dată de momentul încovoietor maxim:

$$M_{i_{max}} = F_2 \cdot l. \qquad (26)$$

Considerînd că secțiunea prin pîrghia telescopică l este dreptunghiulară cavă, modulul de rezistență în dreptul articulației O_2 se calculează conform cu figura 13 *b*, astfel:

- momentul de inerție al secțiunii $b \cdot h$, pline:

$$I_1 = \frac{bh^3}{12}; \qquad (27)$$

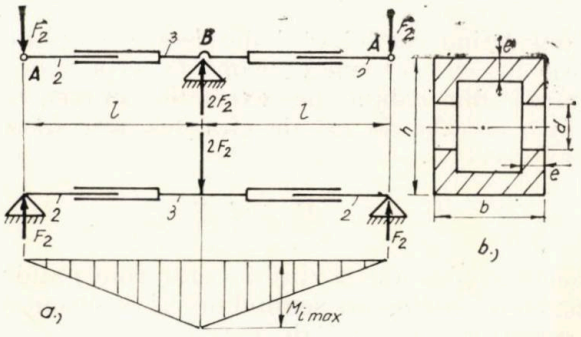


Fig. 13. Schema pentru calculul de rezistență al pîrghiilor telescopice *a*; secțiune prin pîrghia rotativă *b*.

- momentul de inerție al secțiunii dreptunghiulare cave:

$$I_2 = \frac{(b - 2e)(h - 2e)^3}{12}; \qquad (28)$$

- momentul de inerție al secțiunii alezaj bolț;

$$I_3 = \frac{2ed^3}{12}; \qquad (29)$$

- momentul de inerție al secțiunii nete este:

$$I = I_i - (I_2 + I_3) = \frac{bh^3}{12} - \frac{1}{12}[(b - 2e)(h - 2e)^3 + 2ed^3] \qquad (30)$$

Modulul de rezistență rezultă:

$$W = \frac{2}{h}\left\{\frac{bh^3}{12} - \frac{1}{12}[(b-2e)(h-2e)^3 + 2ed^3]\right\} \quad (31)$$

sau:

$$W = \frac{bh^2}{6} - \frac{1}{6h}[(b-2e)(h-2e)^3 + 2ed^3]. \quad (32)$$

Alegînd:

$$h = 3b; \quad e = \frac{F}{dp_a}; \quad p_a = (100 - 150), \text{ daN/cm}^2,$$

se obține:

$$W = \frac{12b^3 - 24b^2 + 32B - 40{,}5}{b}. \quad (33)$$

Înlocuind:

$$W = W_{nec} = \frac{M_{i\,max}}{\sigma_{ai}}; \quad \sigma_{ai} = 450 \text{ daN/cm}^2, \quad (34)$$

se obține ecuația cubică:

$$12b^3 - 24b^2 - (W_{nec} + 32)b - 40{,}5 = 0 \quad (35)$$

din care se poate calcula b și apoi h.

Pîrghiile telescopice trebuie verificate la solicitarea de contact, așa cum se arată în figura 14,

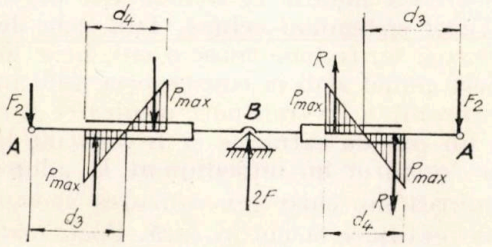


Fig. 14. Schema pentru verificarea pîrghiilor telescopice.

adică se consideră o distribuție a presiunilor de contact dintre „teacă" și „sabie" sub formă triunghiulară. Se notează cu p_{max}, presiunea maximă din această distribuție. Se înlocuiește distribuția triunghiulară pe aria $(b - 2e)\frac{d_4}{2}$ cu o forță concentrată R în centrul de masă al distribuției (la 1/3 de bază și 2/3 de vîrful triunghiului).

Se pune condiția ca momentul $F_2 \cdot d_3$ să fie echilibrat de momentul cuplului de forțe R:

$$R \cdot 2 \cdot \frac{2}{3} d_4 = F_2 \cdot d_3, \quad (36)$$

sau:

$$\frac{1}{2} p_{max}(b - 2e)\frac{d_4}{2} 2 \cdot \frac{2}{3} d_4 = F_2 d_3, \quad (37)$$

de unde:

$$p_{max} = \frac{3F_2 d_3}{(b-2e)d_4^2} \leqslant p_a. \quad (38)$$

p_a se va alege nu mai mare de 30 — 50 daN/cm², indiferent de material, avînd în vedere că „sabia" și „teaca" sînt în continuă mișcare relativă în perioada de deschidere și închidere a ușilor.

În lucrarea [2] s-a calculat și verificat secțiunea necesară a pîrghiei, pentru $F_2 = 600$ daN. A rezultat un $W_{nec} = 100$ cm³, iar din ecuația cubică s-a obținut o singură soluție reală $b = 4{,}05$ cm. S-au adoptat: $b = 6$ cm, $e = 1{,}6$ cm, $d = 5{,}5$ cm (diametrul de bolț din articulația B).

5. *Calculul consolei articulației A*

Consola articulației A se calculează la încovoiere, considerînd că este încastrată în ușă. Momentul încovoietor care solicită consola se calculează în ipoteza că el este produs de reacțiunea din A, R_A:

$$M_{i\,max} = R_A \cdot b, \quad (39)$$

unde b este înălțimea consolei.

Secțiunea consolei se va adopta în formă de cruce ca în figura 15.

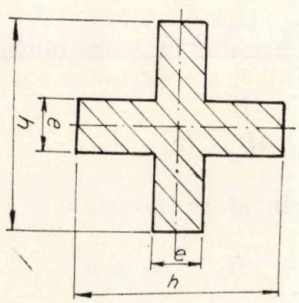


Fig. 15. Secțiune transversală prin consola articulației A.

Orientativ, pentru $h = 50$, $R_A = 1\,200$ daN (s-a considerat cazul că numai una din console lucrează), $\sigma_{ai} = 400$ daN/cm², s-a obținut:

$$e = 2{,}5 \text{ cm}, \quad h = 12{,}5 \text{ cm}.$$

6. *Calculul arcurilor elicoidale*

Arcurile elicoidale, montate în pîrghiile telescopice, au menirea, așa cum am mai arătat, să anuleze energia cinetică a maselor mecanismului ușilor în perioada de retardare și să readucă ușile în poziția „închis" după ce colivia a trecut printre uși; a fost arătat cum se calculează forța necesară, pentru a satisface prima

condiție. Apoi, prin asemănare, considerînd o caracteristică liniară, se poate determina forța maximă din arc, corespunzătoare săgeții maxime (scurtarea maximă a pîrghiilor telescopice).

Notînd cu F_{max}, forța maximă stabilită ca mai sus și adoptînd algoritmul de calcul din STAS 7067—67, se pot obține dimensiunile arcurilor.

Diametrul necesar al sîrmei:

$$d = \sqrt[3]{k \frac{8}{\pi} \cdot \frac{D_m F_{max}}{\tau_a}}, \text{ cm}, \qquad (40)$$

în care:

$$k = 1 + \frac{1{,}6}{i}; \qquad i = \frac{D_m}{d}.$$

Numărul de spire:

$$n = \frac{G d^4 f}{8 D_m^2 F_{max}}. \qquad (41)$$

Lungimea arcului în stare liberă:

$$H_0 = tn + (n_r - 0{,}5)\, d \qquad (42)$$

în care:

$$\frac{D_m}{4} + 0{,}12 \leqslant t \leqslant \frac{2}{3} D_m \text{ și } n_r = 1{,}5.$$

Lungimea arcului în stare comprimată (uși complet deschise) sub acțiunea forței maxime:

$$H = H_0 - f_{max}. \qquad (43)$$

Lungimea în stare blocată:

$$H_B = (n + n_r)_t \qquad (44)$$

În lucrarea [2], pentru $F_{max} = 191$ daN (legea de mișcare sinusoidală), $f_{max} = 249$ mm, rezultă un arc cu caracteristicile ($\tau_{at} = 6\,500$ daN/cm^2); $d = 5$ mm; $D_m = 40$ mm; $n = 13$ spire; $n_r = 2$ spire; $n_t = 15$ spire; $t = 20$ mm; $H_0 = 271$ mm.

Un asemenea arc poate fi montat în interiorul pîrghiilor; el corespunde mișcării ușii după legea sinusoidală.

Concluzii

1. Depresiunea ventilatorului nu influențează sistemul de forțe și de momente ce acționează pe ușile de etanșare deoarece ele sînt montate în sistem ecluză.

2. Sarcina pe ușile de etanșare va fi influențată de depresiunea ventilatorului și deci va trebui să se țină seama de ea în calculele dinamice, cinetostatice și de rezistență, în cazul în care sistemul ecluză este defect (perechile de uși de la același nivel nu etanșează bine ori ele s-au defectat). În acest caz, la valoarea forței suplimentare din cablul de extracție, calculată cu relațiile (19) și (20), trebuie adăugată și următoarea forță reieșită din depresiunea ventilatorului aplicată asupra ușilor de etanșare:

$$F_{vent} = 2p \cdot A, \qquad \text{N} \qquad (45)$$

în care prin A s-a notat aria unei uși de etanșare exprimată în m^2, iar prin p, N/m^2, depresiunea ventilatorului.

Pentru a avea o idee asupra mărimii acestei forțe, se arată că pentru $p = 0{,}04$ bari, $A = 0{,}868 \times 3{,}94$, m^2 rezultă $F_{vent} = 2735{,}93$ daN.

Ținînd cont și de forța suplimentară F_{sct}, care este dependentă de forța reglată în arcurile pîrghiilor telescopice, rezultă că forța suplimentară totală din cablul de extracție poate atinge o valoare relativ mare, care poate provoca neajunsuri serioase, în primul rînd sistemului ușilor de etanșare și apoi ansamblului instalației de extracție.

Avînd în vedere cele de mai sus, în asemenea cazuri de avarie (cînd sistemul ecluză nu funcționează) trebuie luate măsuri suplimentare de micșorare a vitezei de trecere a vasului de extracție prin sistemul de etanșare și trebuie să se treacă hotărît la remedierea urgentă a defectului sistemului ecluză. Din cele de mai sus, totuși nu trebuie trasă o concluzie greșită că acest punct slab în construcția unui important ansamblu de transport minier ce îl reprezintă un puț de extracție și instalațiile lui, ar putea constitui un impediment la adoptarea, răspîndirea sau chiar generalizarea acestui sistem de etanșare la noi în țară. Coeficienții de siguranță, asigurați prin normative, care se iau la alegerea cablului de extracție și la proiectarea elementelor instalației de extracție sînt acoperitori și în această situație.

În luarea unei decizii pro sau contra acestui sistem, a cărui teorie și proiect sînt bine lămurite și puse la punct, nu trebuie scăpate din vedere avantajele însemnate realizate prin îmbunătățirea aerajului minier [3; 4].

3. Masa ușilor și pîrghiilor telescopice, precum și distribuția ei, influențează valoarea momentului de inerție redus mecanic și, în ultimă instanță, valoarea forțelor dinamice care apar în sistem. Prin urmare rămîn rezerve importante de îmbunătățire a stării dinamice a sistemului, prin măsuri de reducere a masei

folosirea unor materiale cu densitate mică) și printr-o repartizare judicioasă a maselor pe elementele sistemului.

4. Dimensiunile arcurilor și valoarea forței de comprimare a lor (deci valoarea momentului rezistent M_r) sînt dependente de valoarea momentului de inerție redus și de pozițiile articulației A de prindere a pîrghiilor telescopice la uși.

5. Calculul prezentat mai sus reprezintă principalele etape ce trebuie parcurse în elaborarea unui proiect pentru un asemenea obiectiv. Pentru fiecare caz concret trebuie realizat un calcul de amănunt ca cel din [2], pentru a stăpîni toate posibilitățile realizării unui bun proiect.

Bibliografie

[1] Zamfir, V. ș. a. *Proiectarea unui sistem tip ecluză pentru etanșarea puțurilor de mină de transport și aeraj.* Simpozion științific Institutul de Mine, 11—12 decembrie 1981.

[2] Zamfir, V. *Breviar de calcul cinematic, dinamic și de rezistență pentru dispozitiv de etanșare cu uși static echilibrate pentru puț de extracție I. M. Lupeni.* Contract I.M.P., 1981.

[3] Matei, I., Băltărețu Florica, Jurca, L. *Soluții tehnice de etanșare a puțului cu schip de la I. M. Aninoasa în scopul utilizării acestuia și pentru evacuarea aerului din subteran.* Mine, Petrol și Gaze, nr. 5, 1980.

[4] Tarkowsky, T. ș. a. *Nowy sposob uszczelnicnia szybow wentijlaczyjnych z urzademiene wyciagowymi.* Wiadamosci gornicze, nr. 7, 1976.

[5] Zamfir, V. ș. a. *Alegerea profilului ghidajelor de pe vasul de extracție pentru deschiderea ușilor de aeraj din puțurile miniere de transport și aeraj.* Simpozion științific Institutul de Mine, 11—12 decembrie 1981.

Stabilirea capacității de aerisire a abatajelor frontale echipate cu complexe mecanizate la minele din Valea Jiului

Dr. ing. **Florica Băltărețu**, dr. ing. **I. Matei**
Centrul de cercetări pentru securitate minieră Petroșani

I. Generalități

Legătura directă care se exercită între sistemul de aeraj al unui abataj și procesul de extracție specific acestuia evidențiază, atît nivelul de securitate care caracterizează acest nucleu de producție, cît și gradul de siguranță al întregii mine.

Cunoscînd că o rețea de aeraj reprezintă un sistem neliniar de variabile multiple, cu un număr însemnat de interconexiuni, rezultă că orice modificare a debitului de aer aferent unui abataj poate atrage după sine perturbații majore în distribuția debitului de aer din întreaga mină.

În mod special în minele grizutoase, abatajele cu grad ridicat de mecanizare și cu avansare rapidă necesită, în funcționare normală, debite de aer relativ mari, de a căror stabilitate depinde evitarea pericolelor potențiale.

În acest scop este necesară corelarea judicioasă a cerințelor de producție și, respectiv, de creștere a acesteia cu capacitatea de aerisire.

Lucrarea de față cuprinde cercetările întreprinse de C.C.S.M. Petroșani în anul 1982, cu privire la capacitatea de producție a abatajelor mecanizate complex, funcție de degajările de metan și posibilitățile de aerisire.

II. Analiza factorilor de influență asupra degajărilor de metan la abatajele frontale mecanizate

După cum se cunoaște, sistemul de ventilare al unui abataj, respectiv diluarea și îndepărtarea metanului, are un caracter complex și reprezintă interacțiunea a două procese fizice, independente unul de altul, și anume degajarea de gaze și curgerea aerului, eficiența sistemului în raport cu degajarea de metan fiind demonstrată de către conținutul de metan din curentul de evacuare a aerului din abataj.

În bilanțul de metan al unui abataj, exprimat în practică prin debitul relativ (m^3CH_4/t), sursele de gaze participă cu pondere diferită și pot fi grupate după cum urmează:

- cărbunele din stratul care face obiectul exploatării, prin suprafețele libere din abataj, 40 —50%;
- cărbunele dislocat și sfărîmat din abataj, 10 —15%;
- cărbunele din stratele însoțitoare (exploatabile sau neexploatabile), 20 —25%;
- rocile înconjurătoare din zona detensionată, 10 —15%;
- cărbunele din pilieri sau zone părăsite, 5 —10%.

Sursele de metan din primele două categorii determină degajarea de gaz direct în abataj, în timp ce gazul specific celorlalte surse este eliberat, în principal, în spațiul exploatat aferent abatajului.

Măsura în care fiecare din sursele de gaz participă la degajarea de metan specifică abatajului este dată de acțiunea comună a unui complex de factori de natură geologică și de tehnica de exploatare.

Complexul de factori, cu valabilitate generală, care acționează în condițiile abatajelor frontale clasice este amplificat, în cazul abatajelor frontale mecanizate, cu factori specifici tehnologiei de extragere.

Din grupa factorilor geologici care exercită o influență hotărîtoare asupra degajării de metan se menționează, în principal:

— conținutul de metan al cărbunelui din stratul în exploatare, m^3/t;

— permeabilitatea la gaz a cărbunelui;

— gradul de tectonizare al zăcămîntului.

Principalii factori cu caracter tehnic, de exploatare, care afectează mărimea degajării de metan din abataj sînt:

— nivelul de producție și metoda de tăiere a cărbunelui;

— metoda de exploatare și sensul de extragere;

— viteza de avansare a frontului;

— sistemul de aeraj.

În ceea ce privește nivelul de producție al unui abataj, se menționează că odată cu creșterea producției are loc și majorarea degajării de metan (m^3/min), în timp ce debitul relativ de metan (m^3/t) poate înregistra o scădere.

Degajarea de metan în abatajele mecanizate marchează o creștere în timpul tăierii cu combina și se diminuează în restul schimbului de lucru, variația degajării fiind cu atît mai mică, cu cît durata de tăiere este mai mare.

Creșterea degajării de gaz în timpul tăierii cu combina se reflectă și în valoarea concentrației de metan, mai ridicată (2—5%) în jurul organului tăietor, pe o zonă de 4—6 m.

Amestecul metanului cu aerul se produce însă rapid, astfel că în afara acestei zone, concentrația de metan se situează sub valoarea de 1%, în cazul unui debit de aer judicios stabilit.

III. Studiul variației în timp a degajărilor de metan și al distribuției concentrațiilor de metan specifice abatajelor frontale mecanizate

În scopul cunoașterii mărimii degajării de metan în abataje, precum și a procesului de aerisire (diluare a metanului) specific acestora, s-au întreprins măsurători în 30 abataje cu tăiere mecanizată a cărbunelui, din cadrul minelor Lupeni, Paroșeni, Aninoasa, Livezeni, Petrila și Uricani.

Măsurătorile au vizat determinarea distribuției concentrațiilor de metan de-a lungul fiecărui front de lucru în stații de măsurare plasate din 10 în 10 m, începînd de la galeria de bază spre galeria de cap, precum și analiza variației concentrațiilor de metan în fiecare secțiune de măsurare, în cinci pînă la nouă puncte de măsurare.

De asemenea, în toate punctele de măsurare a concentrațiilor de metan s-a determinat viteza punctiformă a aerului.

Din analiza și interpretarea datelor obținute s-au desprins următoarele.

a. Concentrațiile de metan din abataj sînt dependente direct de mărimea debitului relativ de metan (m^3/t) al stratului în exploatare; aceste concentrații au valori scăzute (0,1—0,3% CH_4) la stratele cu debite relative de metan mai mici de 10 m^3/t și au valori cuprinse între 0,5 și 0,8% CH_4 în cazul stratelor cu debite relative de metan mai mari de 10 m^3/t.

b. Concentrațiile de metan nu sînt uniforme de-a lungul abatajului și, de asemenea, în secțiunea abatajului.

c. Variația concentrațiilor de metan este cu atît mai mare, cu cît debitul relativ de metan aferent stratului în exploatare este mai mare.

d. Concentrațiile de metan din abataj marchează o ușoară creștere în zona dinspre spațiul exploatat.

e. În zona de racord a abatajului cu galeria de cap, precum și în această galerie, concentrațiile de metan sînt mai mari decît cele măsurate în abataj, ca urmare a migrării metanului din spațiul exploatat prin intermediul pierderilor de aer.

f. Concentrațiile medii de metan din abataje și din galeriile de cap s-au situat, în toate cazurile analizate, sub valoarea admisă de norme (1% CH_4). În spațiul exploatat din imediata vecinătate a abatajului, concentrațiile de metan măsurate au valori situate sub 1% CH_4 la abatajele al căror debit relativ de metan este < 10 m^3/t și valori cuprinse între 1,5 și peste 5% CH_4 la abatajele al căror debit relativ de metan este mai mare de 10 m^3/t.

g. Atît degajările absolute de metan (m^3CH_4/min), cît și concentrațiile de metan din abataje și din curenții de evacuare a aerului, prezintă variații mici în timp pentru valori ale producției relativ constante în cadrul aceluiași abataj. Abaterile de la această situație se datorează, în principal, creșterii concentrației de metan din curentul de alimentare cu aer proaspăt al abatajului, ca urmare a majorării numărului lucrărilor miniere aerisite din același circuit în amonte de abataj, precum și a variației debitelor de aer aferente circuitului.

h. Degajările de metan și respectiv concentrațiile de metan din abataje și din galeriile de cap sînt diferite de la un strat la altul, iar în cadrul aceluiași strat pot fi diferite de la un bloc geologic la altul, și de la o mină la alta.

Concentrațiile de metan diferă la două abataje care exploatează două felii ale aceluiași strat atunci cînd debitele relative de metan sînt diferite (prin degazare naturală sau artificială) sau cînd nu sînt condiții egale în ceea ce privește:

— debitele de aer;

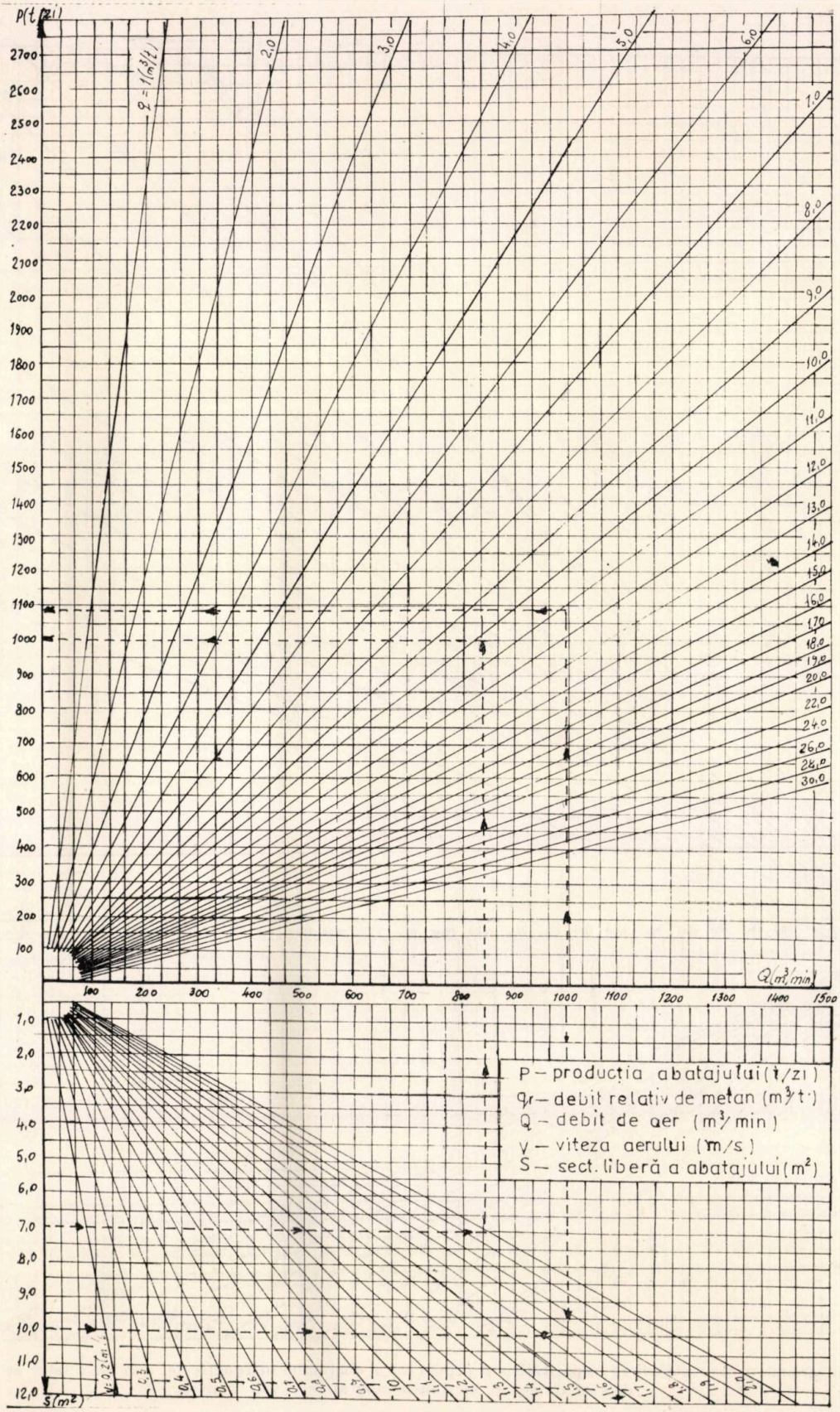


Fig. 1 *a*. Nomogramă pentru stabilirea capacității de producție a abatajului în funcție de debitul relativ de metan, debitul de aer și secțiunea abatajului ($V < 2$ m/s).

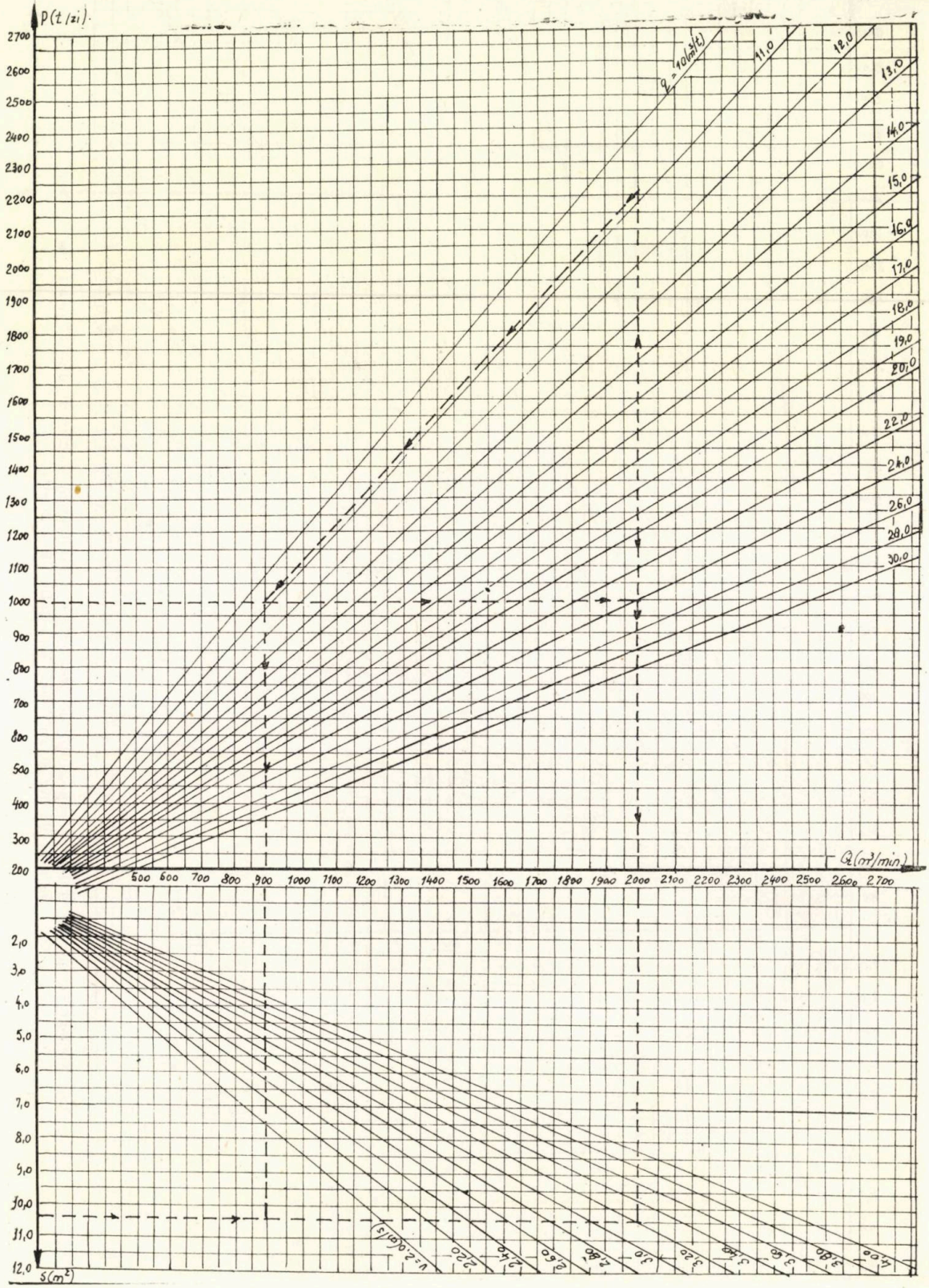


Fig. 1 *b*. Nomogramă pentru stabilirea capacității de producție a abatajului în funcție de debitul relativ de metan, debitul de aer și secțiunea abatajului ($V > 2$ m/s).

— concentrațiile de metan din curentul de alimentare;

— metoda de exploatare.

i. Degajările cele mai mici de metan sînt specifice pentru abatajele mecanizate din stratul 3, ca urmare, în principal, a degazării naturale care are loc la exploatarea în felii descendente, precum și a degazării artificiale. Sistemul de exploatare în felii descendente (orizontale sau pe înclinare) facilitează, atît reducerea progresivă a debitului relativ de metan prin crearea suprafețelor mari de cărbune deschise (propice migrării metanului în afara spațiului abatajului), cît și prin diminuarea accesului metanului dinspre spațiul exploatat spre abataj, ca urmare a efectului pozitiv al sensului de curgere ascendent al pierderilor de aer prin spațiul exploatat.

j. Degajările cele mai mari de metan s-au evidențiat în abatajele mecanizate din stratul 5 (între 1,32 și 3,81 m^3/min) de la minele Lupeni, Paroșeni și Livezeni și în stratele 13 și 18 (3,36 și 7,61 m^3/min) de la mina Paroșeni.

k. Degajările de metan din abatajele studiate demonstrează prezența emisiei continue de metan și în absența producției (sau la valori scăzute ale acesteia), fapt care demonstrează influența majoră a conținutului de metan al stratului în procesul de emisie.

l. Creșterea concentrațiilor de metan din abataj și, în special, din galeriile de cap în timpul schimburilor productive este o funcție directă de operația de tăiere mecanizată (respectiv de crearea rapidă de noi suprafețe de cărbune deschise) și de durata acesteia, precum și de procesul de dirijare a presiunii miniere în urma deplasării sistemului de susținere.

m. Vitezele punctiforme ale aerului de-a lungul abatajelor, atît în zona de lucru, cît și spre spațiul exploatat au un caracter pronunțat de neuniformitate datorită procesului complex de curgere a aerului în spațiul liber al abatajului.

Vitezele măsurate au, în general, valori ridicate, fapt care determină absența stratificării metanului în concentrații periculoase în abataj.

IV. Stabilirea capacității de producție la abatajele mecanizate

După cum s-a menționat, aerajul este direct implicat în satisfacerea cerințelor de producție prin asigurarea cadrului de securitate, atît la nivelul abatajelor, cît și la nivelul întregii mine.

În consecință, la stabilirea capacității de producție a abatajelor mecanizate, funcție de posibilitățile de aerisire, s-au luat în considerare, pe de o parte, prevederile normelor de securitate, iar pe de altă parte, rezultatele cercetărilor întreprinse în acest scop.

În acest context s-au întocmit nomogramele din figurile 1*a* și 1*b* care permit stabilirea domeniilor raționale de planificare a capacității de producție a abatajelor mecanizate.

Aceste nomograme, care exprimă corelația care există între parametrii P(t/zi), producția abatajului; Q (m^3/min), debitul de aer; q_r (m^3CH_4/t), debitul relativ de metan al stratului; S (m^2), secțiunea liberă a abatajului și V (m/s), viteza de circulație a aerului în abataj, permit alegerea variantei optime privind capacitatea de producție a unui abataj pentru condiții date.

De asemenea, nomogramele oferă posibilitatea stabilirii modificărilor necesare de întreprins pentru realizarea producțiilor planificate în condiții de siguranță. Cu ajutorul acestor nomograme se pot stabili acțiunile raționale ce urmează a se întreprinde în cazul necesității majorării producțiilor abatajelor în condițiile stratelor de cărbune, cu degajări de metan mai mari de 10 m^3/t.

Din analiza efectuată a rezultat că acțiunea de adoptare a unui aeraj rațional trebuie să fie completată de un ansamblu de măsuri menite să contribuie la asigurarea cadrului de securitate în abatajele frontale mecanizate, de mare capacitate.

Acest ansamblu de măsuri se referă, în mod special, la necesitatea organizării centralizate a acțiunilor pregătitoare pentru exploatarea stratelor de cărbune prin abataje frontale mecanizate de mare capacitate, acțiuni care trebuie să cuprindă:

- umectarea masivului de cărbune prin injectarea apei sub presiune în stratul care face obiectul exploatării pentru prevenirea formării prafului;
- degazarea prealabilă a cărbunelui pentru stratele cu debite relative de metan mai mari de 10 m^3/t;
- alegerea metodelor de exploatare și a schemelor de aerisire a abatajelor, ținîndu-se seama de influența acestora asupra capacității de aerisire;
- adoptarea lucrărilor miniere de acces la abataje (galerii de bază și de cap, preabataje) care asigură capacitatea de aerisire și renunțarea la utilizarea tuburilor de aeraj drept căi de conducere a aerului, astfel încît acestea să nu devină limitative pentru producție.

Zăcămintele de țiței și zeoliții

C. Beca, Viorica Lazarovici, D. Prodan
Institutul de petrol și gaze Ploiești

Cauzele care au determinat diversitatea tipurilor de țițeiuri a format și formează o preocupare, atît a geologilor, cît și a chimiștilor petroliști.

După unii cercetători se consideră că inițial a fost un singur tip de țiței, după care s-a diferențiat, în timp, funcție de o serie de factori, tipurile de țițeiuri cunoscute.

K. Krejci-Graf (1955) și alți cercetători consideră că inițial țițeiul a fost parafinic, pentru ca după alți cercetători (A. L. Kozlov, V. A. Sokolov și alții — 1961) țițeiul a fost inițial parafin-naftenic, iar după A. F. Dobriansky (1963), B. Tissot (1966) și R. Meinhold, (1969) inițial țițeiul a fost naften-aromatic. De asemenea, alți cercetători au considerat că tipurile de țițeiuri se deosebesc, funcție de compoziția chimică a materiei organice (I. Gubkin—1934, H. Hlauschek—1940, I. O. Brod și N. A. Eremenko—1957).

Spre deosebire de ipotezele menționate, considerăm că unul din factorii care determină tipurile de țițeiuri are la bază proprietatea zeoliților din formațiunile geologice productive de a reține unele hidrocarburi și, în cele ce urmează, prezentăm opiniile noastre în legătură cu această problemă.

Zeoliții, care s-au format în urma unui proces geochimic foarte complicat, sînt heterogeni din punct de vedere chimic și cristalografic, avînd comun rețeaua cristalină în carcasă, cu goluri care comunică între ele. Ei sînt silicați hidratați de aluminiu, calciu, sodiu, uneori cu bariu, potasiu sau stronțiu. Fierul și manganul nu apar decît ca impurități. Zeoliții nu formează o serie continuă, diferă unii de alții prin compoziția și proprietățile lor chimice.

În general, se găsesc în amestecuri cu alte minerale, ceea ce îngreuiază obținerea lor în cantități mari și de calitate omogenă, pentru a fi folosiți în industrie

Dimensiunile cavităților și forma acestora depind de natura și compoziția chimică a zeolitului respectiv. De exemplu, cristalul de chabasit este format dintr-o carcasă (scheletul cristalului) care reprezintă jumătate din volumul lui cealaltă jumătate reprezentînd volumul cavităților.

Din punct de vedere morfologic, zeoliții se împart în trei grupe :

- zeoliți granulari (analcin, chabasit, phillipsit, harmonton);
- zeoliți lamelari (heulandit);
- zeoliți fibroși (natrolit, thomsonit, laumontit etc). Analcimul este citat și în unele șisturi bituminoase, în procent de 16% (Twenhofel, 1950).

Încă din 1925, Weigel și Steinhoff au pus în evidență la un zeolit (chabasit), proprietățile speciale de reținere, care se datoresc dimensiunilor porilor sau ale canalelor care leagă cavitățile, explicație dată de Mc. Bain (1926).

Moleculele care au dimensiuni mai mari decît porii chabasitului, de exemplu, nu pot pătrunde în aceștia și respectiv posibilitatea de reținere a acestui zeolit nu se manifestă, spre deosebire de moleculele care, datorită dimensiunilor lor, pot trece prin pori și sînt reținute în cristalele zeoliților.

Datorită descoperirii pentru prima dată, la zeoliți, a proprietăților pe care se bazează noțiunea de „sită moleculară", s-au obținut rezultate importante în procesele de separare a unor hidrocarburi, funcție de dimensiunile moleculelor.

În cazul unor modificări relativ neînsemnate ale secțiunii transversale a canalelor ce unesc cavitățile, se modifică capacitatea de reținere a unor componente a hidrocarburilor.

Trebuie să se țină seama că datorită schimbului de ioni care a avut loc în zeoliți, s-a ajuns la mărirea sau micșorarea dimensiunilor porilor și un rol important a avut poziția acestor ioni față de porii prin care au pătruns hidrocarburile, deoarece unii ioni au blocat intrarea hidrocarburilor, ale căror molecule nu sînt destul de mari. Chabasitul, de exemplu, reține în mod diferit, diferitele hidrocarburi parafinice, dar nu reține izoparafinele, naftenele și aromatele. Zeoliții cu pori puțin mai mari de 5 Å rețin hidrocarburile normal parafinice. Cînd porii sînt destul de mari, zeoliții manifestă o selectivitate puternică pentru hidrocarburile aromatice.

Ținînd seama de calitățile zeoliților naturali în procesele de separare a unor hidrocarburi, calități utilizate la scară industrială, R. Barrer a împărțit sitele moleculare, atît cele naturale, cît și cele sintetice, funcție de secțiunea minimă a porilor de intrare, în cinci grupe, iar C. Hersch a deosebit trei clase.

R. Barrer caracterizează fiecare grupă de zeoliți după proprietățile de reținere a unor hidrocarburi, menționînd tipul zeoliților care, în principal, se referă la chabasit, faiazit, gmelinit, mordenitul de sodiu, de calciu și bariu, levenit și alți zeoliți.

În zăcămintele de țiței din țara noastră, în literatura de specialitate, se menționează prezența chabasitului și faiazitului în levantinul, dacianul și meoțianul de pe structura Gura

Ocniței, în meoțianul structurilor Ochiuri, Aninoasa, Bogați, Boldești, Sărata Monteoru etc.

De asemenea, se menționează prezența chabasitului și faiazitului în gresia de Kliwa din zona Bușteni–Predeal Sărari, ca și în sarmațianul de pe structurile Boldești și Bîlteni, în helvețianul structurii Țicleni, precum și în alte formațiuni geologice. În complexul helvețian II superior de pe structura Vîlcele se menționează prezența gismonditului.

În prezenta lucrare s-au luat în considerare un număr de 123 de analize de țițeiuri din diferite zăcăminte din flișul paleogen din Moldova și Muntenia, zona miocenă din Moldova, zona cutelor diapire, depresiunea Getică, promontoriul Nord–Dobrogean, platforma Moesică și bazinul Panonian, aparținînd intervalului stratigrafic paleozoic-levantin. (Se face mențiunea că țițeiurile de la Suplacu de Barcău și Lascăr Catargi au fost incluse la meoțian).

Numărul de analize de țițeiuri variază, atît în ceea ce privește obiectivele de exploatare, cît și unitățile geologice din care acestea fac parte.

Încadrarea țițeiurilor în clase, considerate de noi ca tipuri de țițeiuri parafinice, parafin-naftenice, parafin-naften-aromatice și naften-aromatice, se realizează prin clasificarea „Carpatică", funcție de procentul de carbon aromatic total, carbon naftenic total, carbon parafinic total, raportat la fondul total de hidrocarburi [4].

Din tabelul 1, unde se prezintă pe obiective de exploatare și structuri tipurile de țițeiuri luate în considerare, reiese că pe aceeași structură și în depozite sedimentare de aceeași vîrstă geologică, tipurile de țiței pot fi diferite, ca de exemplu în levantin, dacian, meoțian, sarmațian, helvețian, cretacic, jurasic.

În afară de țițeiuri de tip parafin-naften-aromatic se întîlnesc și țițeiuri parafin-naftenice, naften-aromatice și parafinice, ultimele trei tipuri caracterizate prin procente ridicate de hidrocarburi parafinice, naftenice sau aromatice.

Toate țițeiurile conțin toate tipurile de hidrocarburi, unele în procente mai mari, de unde și denumirea țițeiurilor respective.

În tabelul 2 se prezintă procentul de țițeiuri PNA, PN, NA și P, pe obiective de exploatare.

În dacian, meoțian, sarmațian, helvețian, oligocen și cretacic predomină țițeiurile PNA. Pentru levantin au fost analizate două probe de țițeiuri încadrate la PNA și NA.

În jurasic au fost întîlnite țițeiuri PN și P, iar în paleozoic (2 probe) țițeiuri NA. Respectiv la cele 123 de analize de țițeiuri revin 50,4% țițeiuri PNA, 26,9% țițeiuri PN, 19,5% țițeiuri NA și 3,2% țițeiuri P, ultimele trei tipuri de țițeiuri reprezentînd per total 49,6%.

Pe baza rezultatelor obținute de zeoliții sintetici cît și a celor naturali, considerăm că

Tabelul 1

Țițeiurile luate în considerare

Levantin		
Gura Ocniței	PNA	NA
Dacian		
Țintea	PNA	PN
Băicoi	PNA	NA
Moreni	PNA	NA
Gura Ocniței	PNA	NA
Ochiuri	PNA	NA
Bucșani	—	PN
Meoțian		
Copăceni	PNA	—
Cîmpina	PNA	—
Runcu	PNA	—
Băicoi	PNA	PN
Țintea	PNA	PN
Filipești	—	PN
Gura Ocniței	PNA	PN
Moreni	PNA	PN
Ochiuri	PNA	PN
Teiș	PNA	PN
Dragomirești	—	PN
Aninoasa	PNA	—
Ludești	PNA	—
Bucșani	—	—
Arbănași	PNA	PN
Berca	PNA	—
Ceptura	PNA	—
Urlați	—	PN
Grădjdana	PNA	PN
Boldești	—	PN
Cobia	—	PN
Suța Seacă	—	PN
Gîmbocelu	PNA	—
Oarja	PNA	NA
Bradu	—	NA
Moșoaia	—	NA
Leordeni	PNA	—
Lascăr Catargi	—	NA
Bordei Verde	PNA	NA
Oprișenești	PNA	NA
Grădinari	—	NA
Bogați	PNA	NA
Suplacu de Barcău	—	NA

Tabelul 2

Formaţiuni productive	Fondul de hidrocarburi				Total probe pe formaţiuni
	PNA	PN	NA	P	
Levantin	1 / 50 %	—	1 / 50 %	—	2
Dacian	5 / 45,4 %	2 / 18,2 %	4 / 36,3 %	—	11
Meoţian	21 / 44,7 %	14 / 29,8 %	9 / 19,1 %	3 / 6,4 %	47
Sarmaţian	8 / 42,1 %	5 / 26,3 %	6 / 31,5 %	—	19
Helveţian	11 / 61,1 %	7 / 39 %	—	—	18
Oligocen	13 / 100 %	—	—	—	13
Cretacic	3 / 50 %	1 / 16,6 %	2 / 33,3 %	—	6
Jurasic	—	4 / 80 %	—	1 / 20 %	5
Paleozoic	—	—	2 / 100 %	—	2
Total probe cu acelaşi fond de hidrocarburi	62 / 50,4 %	33 / 29,6 %	24 / 19,5 %	4 / 3,2 %	123

procesul de reţinere selectivă a hidrocarburilor a avut loc şi în zăcămînt.

Prin reţinere selectivă a aromatelor sau parafinelor se modifică raportul procentual al claselor de hidrocarburi prezente, ceea ce poate conduce la o predominare a hidrocarburilor naftenice.

În bazinele de sedimentare, după transformarea materiei organice în hidrocarburi şi formarea rocilor generatoare de hidrocarburi, acestea, în urma compactizării lor datorită presiunii litostatice, au fost stoarse şi hidrocarburile s-au acumulat în intercalaţiile poros-permeabile din cuvertura sedimentară.

În procesul de migraţie al hidrocarburilor de la rocile generatoare la rocile rezervor cît şi în cuprinsul acestora, a avut loc, în cazul prezenţei zeoliţilor (chabasit, faiazit şi alţii) fenomenul de reţinere selectivă a hidrocarburilor.

Funcţie de intensitatea acestor procese de reţinere a unor hidrocarburi din fondul total de hidrocarburi al ţiţeiurilor, putem întîlni ţiţeiuri PNA, PN, NA şi P, în aceeaşi formaţiune geologică din limitele aceleaşi structuri petrolifere. Din multele exemple menţionăm că pe structura Gura Ocniţei, în complexul M III, ţiţeiul este de tip PNA, iar în complexul M I — de tip PN.

Considerăm că la baza diferitelor tipuri de ţiţeiuri stau fenomenele de adsorbţie selectivă a unor zeoliţi, pentru unele tipuri de hidrocarburi din ţiţeiurile iniţiale, care toate au fost parafin-naften-aromate, aceasta spre deosebire de ipotezele emise de K. Krejci-Graf, V. A. Sokolov, A. F. Dobriansky, B. Tissot şi alţi cercetători.

De asemenea, concluziile la care am ajuns, se deosebesc de ipotezele emise de I. Gubkin, H. Hlauschek, I. O. Brod şi alţii care au con-

Tabelul 3

Obiectivele de exploatare	Fondul de hidrocarburi	Nr. de cazuri cînd pentru aceeaşi formaţiune din aceeaşi structură fondul de hidrocarburi este acelaşi sau diferit
Levantin	PNA	1
	NA	1
Dacian	PNA ; PN	1
	PNA ; NA	4
	PN	1
Meoţian	PNA	8
	PNA ; PN	8
	PNA ; PN ; P	1
	PNA ; NA	4
	PN	6
	NA	5
	P	1
Sarmaţian	PNA	6
	PNA ; PN	2
	PN	3
	NA	6
Helveţian	PNA	8
	PNA ; PN	3
	PN	4
Oligocen	PNA	13
Cretacic	PNA	2
	PNA ; NA	1
	PN	1
	NA	1
Jurasic	PN	3
	PN ; P	1
Paleozoic	NA	2

Tabelul 4

Sarmaţian

Tintea	PNA	—
Boldeşti	—	PN
Cobia	PNA	PN
Ţicleni	—	PN
Bilteni	PNA	PN
Colibaşi	PNA	—
Poiana	PNA	—
Stoeneşti	PNA	—
Căscioarele	PNA	—
Petreşti Corbii Mari	PNA	—
Bragadiru	—	NA
Dumitrana	—	NA
Popeşti Novaci	—	NA
Cartojani	—	NA
Videle	—	NA
Jugureanu	—	PN
Oprişeneşti	—	NA

Helveţian

Teşcani	PNA	—
Cîmpina	PNA	—
Runcu	PNA	—
Filipeşti	PNA	—
Moreni	PNA	—
Ochiuri	PNA	PN
Teiş	PNA	PN
Cobia	PNA	—
Bogaţi	PNA	—
Hinţeşti	PNA	—
Moşoaia	—	PN
Colibaşi	—	PN
Băbeni	—	PN
Ţicleni	—	PN
Bilteni	PNA	PN

Oligocen

Foale	PNA
Tazlău	PNA
Pietrosul	PNA
Modîrzău	PNA
Lucăceşti	PNA
Stăneşti	PNA
Zemeş	PNA
Geamăna	PNA
Slănic	PNA
Dofteana	PNA
Moineşti	PNA
Buştenari	PNA
Copăceni	PNA

Cretacic

Ciureşti	—	PN
Glavacioc	PNA	—
Hîrleşti	PNA	NA
Corbii Mari	PNA	—
Oprişeneşti	—	NA

Jurasic

Iancu Jianu	PN	—
Ghercești	PN	—
Simnic	PN	P
Ciureşti	PN	—

Paleozoic

Berteşti	NA
Stăncuţa	NA

siderat că funcție de compoziția chimică a materiei organice se deosebesc și tipurile de țiței.

Toate țițeiurile, inițial, așa cum am menționat mai sus, le considerăm că au fost parafin-naften-aromatice, respectiv conțin întreg fondul de hidrocarburi.

Avînd în vedere că Twenhofel menționează prezența unui zeolit (analcimul) în unele șisturi bituminoase (probabil roci generatoare de hidrocarburi) nu excludem posibilitatea că încă din etapa de stoarcere a acestora, respectiv de formare a acumulărilor de hidrocarburi, unele tipuri de hidrocarburi să fi fost reținute într-un anumit procent de unii zeoliți.

Altă concluzie la care am ajuns este aceea că toate țițeiurile din oligocen, care este tipic formațiune petroliferă, sînt de tip PNA. De asemenea și în cretacic, helvețian, sarmațian, meoțian, dacian și levantin, ale căror pelite sînt considerate roci mame, predomină țițeiurile de tip PNA (tab. 2 și 3).

Faptul că în jurasic, unde dintr-un număr de cinci probe, patru sînt de țițeiuri de tip PN, considerăm că aceasta s-ar datora reținerii selective a hidrocarburilor aromatice.

Același fenomen de adsorbție selectivă se constată și pentru țițeiurile din paleozoicul de la Berlești și Stăncuța.

Concluzii

1. Considerăm că, inițial toate țițeiurile au fost parafin-naften-aromatice.

2. Țițeiurile de tip parafin-naftenic, naften-aromatic sau parafinice conțin întreg fondul de hidrocarburi, deosebindu-se prin procentul diferit al claselor de hidrocarburi.

3. Cauza principală care a condus la prezența, în zăcăminte, a țițeiurilor parafin-naftenice, naften-aromatice sau parafinice, constă în proprietatea de adsorbție selectivă a unor zeoliți ca și a altor diverși silicați de aluminiu, care au reținut într-un anumit procent unele tipuri de hidrocarburi.

Bibliografie

[1] Beca, C., Prodan, D. *Structuri petrolifere și gazeifere din R.S.R.* I.P.G. Ploiești, 1981.

[2] Caraiani, V., Petrovici, L., Vidrașcu, Gh. *Țițeiuri de Geamăna și Slănic.* Petrol și Gaze, vol. 19, nr. 9, 1968.

[3] Creangă, C. ș. a. *Les pétroles bruts roumains dans la classification „Carpatica".* Tome VII, 1962, nr. 1, Acad. de la R.P.R.

[4] Creangă, C. *Metoda „Carpatica" de clasificare chimică a țițeiurilor.* Petrol și Gaze, vol. 14, nr. 6, 1963.

[5] Creangă, C., Mihuț, C. *Studii asupra naturii chimice a țițeiurilor din zăcămintele românești de petrol.* Petrol și Gaze, vol. 21, nr. 8, 1970.

[6] Lerescu, C., Orășanu, L. *Țițeiuri din șantierele Tețcani și Doftana (Moldova). Compoziție, clasificare.* Petrol și Gaze, vol. 20, nr. 6, 1969.

[7] Neacșu, P. ș. a. *Țițeiuri din Oltenia din șantierele Iancu Jianu, Ghercești, Simnic, Colibași.* Petrol și Gaze, vol. 19, nr. 2, 1968.

[8] Orășanu, L. *Țițeiuri de Suplacu de Barcău. Compoziție, clasificare.* Petrol și Gaze, vol. 20, nr. 2, 1969.

[9] Pârcălăbescu, I. D., Dumitrescu, S. *Contribuții la cunoașterea proprietăților fizico-chimice ale mediului solid din structura Vîlcele.* Buletinul I.P.G., vol. XIX, 1972.

[10] Papiu, V. C. *Petrografia rocilor sedimentare.* Ed. științifică, București, 1960.

[11] Rădulescu, S., Creangă, C. *Țițeiuri din sarmațianul de la Carlojani și Videle. Compoziție, clasificare.* Petrol și Gaze, vol. 19, nr. 10, 1968.

[12] Rădulescu, S., Caraiani, V., Creangă, C. *Țițeiuri din formațiuni mezozoice, șantierele Ciurești, Hîrlești și Glavacioc.* Petrol și Gaze, vol. 20, nr. 5, 1969.

[13] Vidrașcu, Gh., Rădulescu, S. *Țițeiuri din șantierul Grădana. Compoziție, clasificare.* Petrol și Gaze, vol. 20, nr. 4, 1969.

[14] Sokolov, V. A., Torocesnikov, N. S., Kelțev, N. V. *Site moleculare* (traducere din limba rusă). Ed. tehnică, București, 1966.

Cercetarea mișcării elastodinamice a sistemului IS-MT-S în timpul proceselor de manevră (I)

Dr. ing. **N. Calotă**

Institutul de petrol și gaze Ploiești

I. Introducere

Procesele de manevră, fiind o componentă importantă a tehnologiei de realizare și exploatare a unei sonde, deși sînt strict necesare, nu sînt direct productive, impunîndu-se deci desfășurarea lor într-un timp cît mai scurt. Prin micșorarea perioadei de desfășurare a acestora crește probabilitatea apariției accidentelor de foraj, cu consecințele cunoscute.

În vederea evitării acestor accidente (ruperi sau turtiri ale materialului tubular, fisurări ale pereților sondei etc.) este necesară conducerea optimală a proceselor de manevră, pentru care trebuie cunoscute expresiilor ce descriu stările de mișcare și eforturi în elementele sistemului instalație de suprafață — material tubular — sondă (IS—MT—S) în timpul proceselor de manevră.

Prezenta lucrare își propune ca, prin cercetarea dinamicii sistemului IS—MT—S, să determine parametrii mișcării elastodinamice și stările de eforturi corespunzătoare, care ulterior, prin compararea cu mărimi omoloage impuse, permit conducerea optimală a proceselor de manevră.

În cadrul lucrării se vor elabora variante judicioase ale modelului mecanic, echivalent sistemului IS—MT—S, prin analiza comparativă a caracteristicilor elementelor instalației de suprafață, materialului tubular și sondei. În principal, modelul mecanic este alcătuit din mase neelastice, echivalente prăjinilor grele și, prin reducere, elementelor instalației de suprafață, reunite prin continuumuri elastodisipative cu masă, reprezentînd coloana prăjinilor de foraj și fluidului din sondă.

În construirea modelului echivalent sistemului IS—MT—S vor fi acceptate numai aproximații pentru care se va demonstra că erorile introduse sînt minime. În acest scop se vor lua în considerare fenomene, care în alte lucrări sînt neglijate fără a fi neglijabile, ca de exemplu: variațiile masei și constantei elastice introduse de existența îmbinărilor în componența materialului tubular, existența fluidului de foraj în mișcare vibratorie în sondă, existența unor puternice amortizări în materialul elementelor sistemului IS—MT—S etc.

Sistemul real IS—MT—S este alcătuit, atît din elemente solide elastice, cît și din fluide cu proprietăți de compresibilitate. Toate aceste elemente (arborele tobei, cablul de manevră, turla, materialul tubular, coloana de fluid de foraj) au dimensiunile secțiunii transversale, eventual variabile, dar mult mai reduse decît dimensiunea longitudinală, ceea ce permite aproximarea acestora, fără erori apreciabile, cu corpuri unidimensionale. În această aproximație, semnificative sînt doar deplasările axiale ale diferitelor secțiuni ale continuumului material sau rotirile acestora în plane normale pe axa longitudinală. Ecuația de mișcare a acestor secțiuni se obține, de exemplu, impunînd condiția echilibrului fictiv între forța de inerție (momentul dinamic), forțele (cuplurile) exterioare și cele de legătură, pe un element infinitezimal.

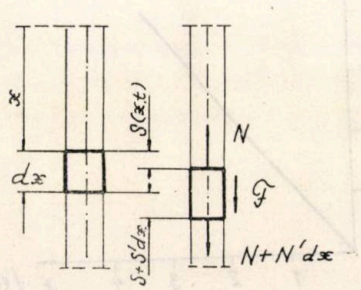


Fig. 1

Pentru cazul deplasărilor axiale (figura 1), modelul matematic al mișcării se va obține sub forma

$$-\rho(x)A(x)\ddot{S}(x,t)\mathrm{d}x + N'(x,t)\cdot \mathrm{d}x + F(x,t)\mathrm{d}x = 0 \qquad (1)$$

în care

$\rho(x)$ este masa specifică;
$A(x)$ — aria suprafeței secțiunii transversale;
$S(x, t)$ — deplasarea secțiunii x la timpul t;
$N(x, t)$ — efortul axial (forța de legătură);
$F(x, t)$ — proiecția pe axa longitudinală x a rezultantei forțelor distribuite exterior aplicate.

Evident, efortul axial $N(x, t)$ va fi

$$N(x, t) = \sigma(x, t)\cdot A(x)$$

pentru solide deformabile și

$$N(x, t) = p(x, t)\cdot A(x)$$

pentru fluide compresibile, la care σ și p reprezintă efortul specific axial și respectiv presiunea.

Dependența stării de tensiuni (σ sau p) de starea de deformație și caracteristicile materialului este dată de ecuația constitutivă sau de cea de stare.

Pentru solidele deformabile perfect elastice și pentru fluidele compresibile lipsite de disipări interne, este cunoscut că, aceste ecuații sînt de forma

$$\sigma = E\varepsilon \text{ (pentru solide)}, \qquad (2)$$

$$\mathrm{d}p = E_l\frac{\mathrm{d}\rho}{\rho} \text{ (pentru lichide)}, \qquad (3)$$

$$p = \rho g R T \text{ (pentru gaze)}, \qquad (4)$$

în care

E este modulul de elasticitate longitudinală;
E_l — modulul de elasticitate cubică a lichidelor;
ε — alungirea (lungirea specifică);
g — accelerația gravitațională;
R — constanta universală a gazelor;
T — temperatura absolută.

În realitate deformațiile corpurilor sînt însoțite de puternice disipări de energie datorate forțelor de frecare interne, care sînt dependente de viteza de deformare [4]. Rezultate rezonabile, concordante cu măsurătorile experimentale [3], se obțin dacă se presupune această dependență liniară și se acceptă aditivitatea deformațiilor elastice cu cele vîscoase. În acest fel, elementele sistemului real sînt modelate, prin corpuri vîscoelastice de tip Kelvin (sau Voigt). Pentru

exemplificare, legea constitutivă a solidelor deformabile vîscoelastice va fi [11; 15]

$$\sigma = E\varepsilon + k\dot{\varepsilon} \tag{5}$$

în care k reprezintă coeficientul frecărilor interne.

Generalizări similare se pot obține și pentru lichide sau gaze.

În prezenta lucrare nu se vor analiza aspecte ale curgerii plastice a solidelor.

Modelul matematic al mișcării torsionale a secțiunilor solidului deformabil se obține în același mod ca pentru cazul deplasărilor axiale (fig. 1) și este structural identic cu relația (1). Pentru fluide nu este necesar un astfel de studiu în cadrul temei prezentei lucrări.

Prin introducerea legii constitutive (2) sau (5) pentru solide, în expresia efortului axial și apoi în modelul matematic (1) rezultă o ecuație diferențială cu derivate parțiale, fie de ordinul doi, de tip hiperbolic, fie de ordinul trei. Pentru rezolvarea acestei ecuații este necesar să fie cunoscute condițiile limită (de capăt) și condițiile inițiale.

Condițiile limită, în eforturi sau deplasări (rotiri), sînt puse în funcție de configurația geometrică a extremităților continuumului deformabil unidimensional.

Condițiile inițiale, în deplasări și viteze, depind de etapa studiată în procesele de manevră.

Deoarece ansamblul IS—MT—S reprezintă un sistem elastodisipativ ramificat, modelul matematic se obține prin stabilirea, atît a ecuațiilor de echilibru dinamic pentru fiecare subsistem în parte, cît și a condițiilor de compatibilitate care exprimă legătura între mișcările subsistemelor interconectate.

II. Instalația de suprafață

Subansamblele importante ale instalației de suprafață care sînt utilizate în timpul procesului de introducere sînt turla, toba de manevră, înfășurarea cablului de foraj și elementele cutiei de viteză.

1. *Turla de foraj*

Turla de foraj (mastul), reprezentînd o construcție spațială cu zăbrele (figura 2), poate fi modelată printr-o bară de secțiune variabilă, avînd deci caracteristici distribuite.

Impunînd condiția echilibrului dinamic unui element infinitezimal, se obține pentru ecuația (1) următoarea formă particulară

$$a^2\left[\frac{A'}{A}\left(S' + \frac{k}{E}\dot{S}'\right) + S'' + \frac{k}{E}\dot{S}''\right] - \ddot{S} = 0 \tag{6}$$

în care a este viteza de propagare a deformației elastice în lungul turlei.

Condițiile limită vor fi

$S(0, t) = 0$ (substructură rigidă) și

$$EA(h)S'|_{x=h} + kA(h)\dot{S}'|_{x=h} + m_g\ddot{S}|_{x=h} = F_g(t), \tag{7}$$

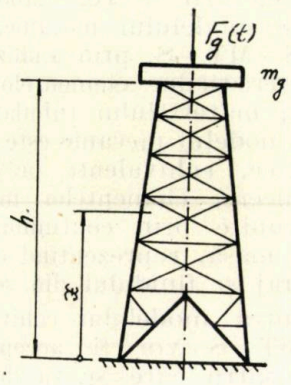


Fig. 2

în care

$F_g(t)$ este forța exercitată pe geamblac de celelalte legături elastice (capătul activ, capătul mort și ramurile cablului spre macara);

m_g — masa geamblacului.

În vederea simplificării modelului matematic este utilă o comparație între constanta elastică a turlei și mărimea corespunzătoare a înfășurării cablului mecanismului macara-geamblac.

Din cercetările efectuate asupra stărilor de eforturi și deplasări în elementele turlelor, de către un colectiv din Institutul de petrol și gaze [13], prezentăm în figura 3 graficul variației forței statice la geamblac în funcție de deplasarea pe verticală a acestuia pentru turla MA—320.

Panta curbei liniarizate reprezintă constanta elastică a turlei c_t

$$c_t = \frac{(4 - 3{,}2)10^6}{(3{,}38 - 2{,}70)10^{-2}} = 11{,}76 \cdot 10^7 \text{ N/m}.$$

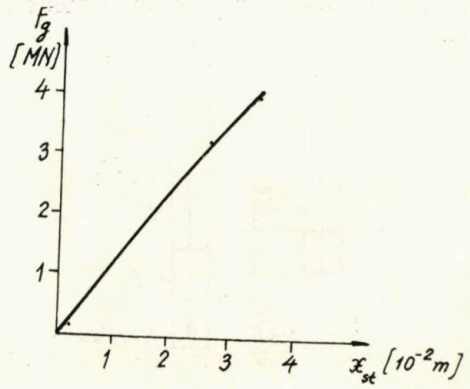


Fig. 3

Constanta elastică a înfășurării cablului c_c, în poziția inferioară a macaralei va fi

$$c_c = (2z - 1)\frac{E_c A_c}{l_c} =$$

$$= (2 \cdot 5 - 1)\frac{1{,}42 \cdot 10^{11} \cdot 482{,}02 \cdot 10^{-6}}{35} =$$

$$= 1{,}76 \cdot 10^7 \text{ N/m}$$

în care z, E_c, A_c și l_c sînt respectiv numărul de role la macara, modulul de elasticitate, aria suprafeței secțiunii transversale și lungimea unei ramuri a cablului.

Deoarece $c_t = 6{,}68\ c_c$ considerăm că, într-o primă aproximație, se poate neglija elasticitatea turlei comparativ cu cea a înfășurării cablului, pentru studiul proceselor dinamice corespunzătoare poziției inferioare a macaralei (oprirea și fixarea garniturii în pene, demarajul ridicării macaralei).

Pentru poziția superioară a macaralei, cele două constante elastice sînt comparabile.

2. *Subansamblul tobei de manevră*

Evident, subansamblul tobei de manevră reprezintă un element cu caracteristici distribuite, avînd însă o formă foarte variată. Dinamica lui poate fi studiată cu ajutorul unui model matematic analog celui prezentat în (1), scris pe porțiuni și utilizînd ecuațiile de compatibilitate între zonele respective. Calculele analitice pot fi simplificate însă foarte mult, ținînd seama de specificitatea constructivă a acestui subansamblu. Astfel, observăm că momentele de inerție masice ale principalelor organe fixate pe arbore (părțile conduse ale cuplajelor operaționale, tamburii tobei, rotorul frînei de reglare) sînt mult mai mari decît mărimile corespunzătoare ale arborelui (așa cum va rezulta din exemplul ce urmează). Putem deci înlocui sistemul real cu un model cu caracteristici concentrate, constînd dintr-un număr de mase nedeformabile în mișcare de rotație, reunite prin legături elastodisipative fără masă.

Modelul matematic rezultă, de exemplu, sub formă matricială

$$[I]\,[\ddot{\varphi}] + [D]\,[\dot{\varphi}] + [C]\,[\varphi] = [M] \quad (8)$$

în care $[I]$, $[D]$, $[C]$ și $[M]$ reprezintă respectiv matricele de inerție, disipare, a constantelor elastice și a încărcărilor exterioare.

În vederea alegerii simplificărilor suplimentare ce ar putea fi acceptate este util următorul exemplu de calcul. Astfel, ne propunem să determinăm pulsațiile și formele proprii de vibrație ale subansamblului tobei de manevră. Aceste subansamble sînt, geometric, aproximativ asemenea pentru diferite tipuri de instalații de foraj. De aceea, concluziile obținute la studiul unui anume subansamblu sînt, în linii mari, aplicabile și celorlalte tipodimensiuni. În vederea efectuării calculului propus ne vom referi la troliul de foraj TF—38 (instalația F 320—3DH). Modelul mecanic cu caracteristici concentrate echivalent acestui subansamblu, în aproximația neglijării amortizărilor (acestea influențînd foarte puțin mărimea pulsațiilor proprii), este prezentat în figura 4 *b*.

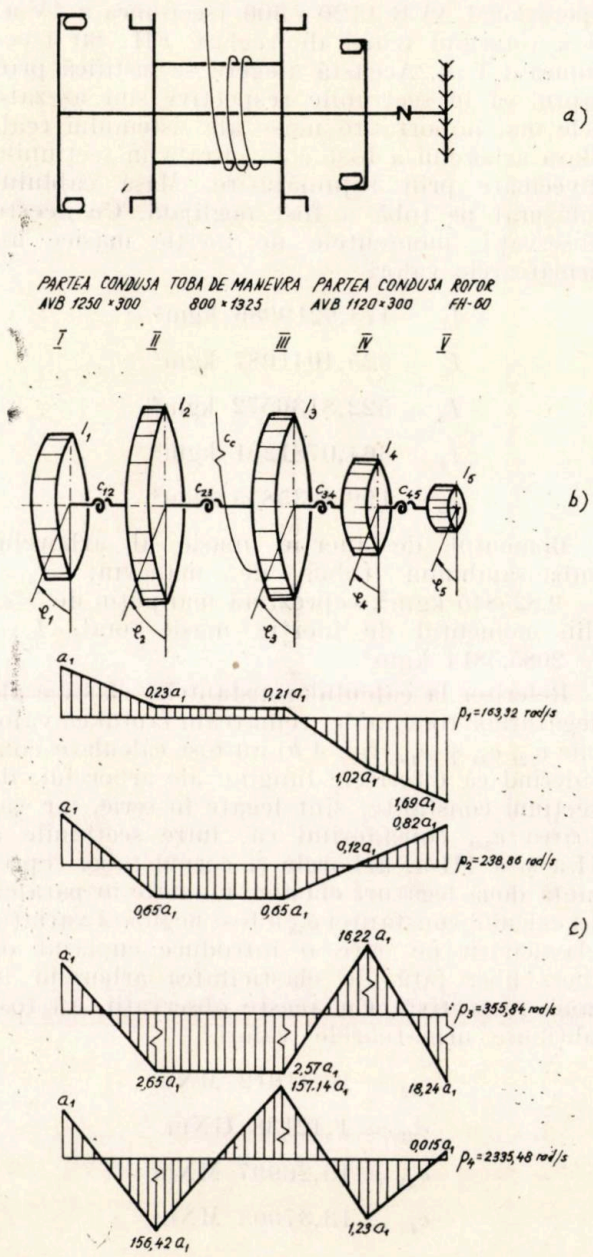


Fig. 4

El reprezintă un sistem de cinci mase concentrate, în mișcarea de rotație (ale căror momente de inerție masice, față de axa de rotație a tobei,

sînt $I_1, \ldots, I_5$) reunite prin legături elastice fără masă (ale căror constante elastice sînt $c_{12}, \ldots, c_{45}$. Remarcăm existența între I_2 și I_3 a unei ramificații elastice (de constantă c_c) corespunzătoare cablului mecanismului macara-geamblac.

Masele subansamblului tobei de manevră au fost concentrate pe axa de rotație (fig. 4 *a*) în punctele mediane ale zonelor de prindere pe arbore a cuplajului operațional AVB1250 × ×300 (secțiunea I), a butucilor tobei de manevră (secțiunile a II-a și a III-a), a cuplajului operațional AVB 1120×300 (secțiunea a IV-a) și a rotorului frînei de reglare FH—60 (secțiunea a V-a). Această alegere se justifică prin faptul că în secțiunile respective sînt așezate cele mai importante mase ale sistemului real. Masa arborelui a fost concentrată în secțiunile învecinate prin înjumătățire. Masa cablului înfășurat pe tobă a fost neglijată. Cu aceste observații, momentele de inerție masice au următoarele valori

$$I_1 = 473{,}6219986 \text{ kgm}^2$$
$$I_2 = 525{,}4041087 \text{ kgm}^2$$
$$I_3 = 522{,}8136572 \text{ kgm}^2$$
$$I_4 = 364{,}0781251 \text{ kgm}^2$$
$$I_5 = 199{,}4635855 \text{ kgm}^2$$

Momentul de inerție masic al arborelui subansamblului tobei de manevră, $I_a = 9{,}825845$ kgm², reprezintă mai puțin de 5‰ din momentul de inerție masic total, $I_t = 2085{,}3814$ kgm².

Referitor la calculul constantelor elastice ale legăturilor torsionale, remarcăm faptul că valorile c_{12}, c_{34} și c_{45} (fig. 4 *b*) au fost calculate considerînd că diferitele lungimi ale arborelui, de secțiuni constante, sînt legate în serie, iar valoarea c_{23}, considerînd că, între secțiunile a II-a și a HI-a, arborele și corpul tobei reprezintă două legături elastice montate în paralel. În calculul constantei c_{45} a fost neglijată variația elasticității pe care o introduce cuplajul de mers liber față de elasticitatea arborelui în zona respectivă. Cu aceste observații, au fost obținute următoarele valori :

$$c_{12} = 16{,}41012 \text{ MNm}$$
$$c_{23} = 1{,}42138 \text{ GNm}$$
$$c_{34} = 15{,}26997 \text{ MNm}$$
$$c_{45} = 13{,}37005 \text{ MNm}.$$

Constanta elastică echivalentă a cablului c_c se obține impunînd condiția egalității energiei potențiale de deformație [2]

$$W_p = \frac{1}{2} c_c x^2 = \frac{1}{2} c_c (r\varphi)^2 = \frac{1}{2} c_{ce} \varphi^2$$

de unde $c_{ce} = r^2 c_c$,
în care r este raza de înfășurare pe tobă.

Acoperitor, considerînd din înfășurarea cablului numai ramura activă a acestuia, obținem

$$c_{ce} = r^2 c_c = r^2 \frac{E_c A_c}{l_c} =$$

$$= 0{,}45^2 \frac{1{,}42 \cdot 10^{11} \cdot 482{,}02 \cdot 10^{-6}}{40} = 0{,}346 \text{ MNm}$$

Deoarece $c_{ce} = (0{,}00024 \ldots 0{,}02591)\, c_{i,i+1}$, $i = 1, 2, 3, 4$, considerăm că se poate neglija influența cablului asupra studiului pulsațiilor proprii ale subansamblului tobei de manevră, luîndu-se în continuare $c_{ce} = 0$.

Forma omogenă a sistemului (8), neglijînd amortizările, este:

$$\begin{aligned}
&I_1\ddot{\varphi}_1 - c_{12}(\varphi_2 - \varphi_1) = 0\\
&I_2\ddot{\varphi}_2 + c_{12}(\varphi_2 - \varphi_1) - c_{23}(\varphi_3 - \varphi_2) = 0\\
&I_3\ddot{\varphi}_3 + c_{23}(\varphi_3 - \varphi_2) - c_{34}(\varphi_4 - \varphi_3) = 0\\
&I_4\ddot{\varphi}_4 + c_{34}(\varphi_4 - \varphi_3) - c_{45}(\varphi_5 - \varphi_4) = 0\\
&I_5\ddot{\varphi}_5 + c_{45}(\varphi_5 - \varphi_4) = 0
\end{aligned} \quad (9)$$

Observînd că sistemul (9) are soluții de forma

$$\varphi_i = a_i \sin(pt + \alpha),\ i = 1, \ldots, 5, \quad (10)$$

după identificare se obține

$$\begin{aligned}
&-I_1 p^2 a_1 - c_{12}(a_2 - a_1) = 0\\
&-I_2 p^2 a_2 + c_{12}(a_2 - a_1) - c_{23}(a_3 - a_2) = 0\\
&-I_3 p^2 a_3 + c_{23}(a_3 - a_2) - c_{34}(a_4 - a_3) = 0\\
&-I_4 p^2 a_4 + c_{34}(a_4 - a_3) - c_{45}(a_5 - a_4) = 0\\
&-I_5 p^2 a_5 + c_{45}(a_5 - a_4) = 0
\end{aligned} \quad (11)$$

Din condiția ca sistemul omogen (11) să fie rezolvabil în raport cu $a_1, \ldots, a_5$ se obțin valorile pulsațiilor proprii.

În cele ce urmează, pentru calculul pulsațiilor proprii a fost preferată metoda resturilor [11]. Amintim că aceasta constă în următoarele :

— se alege o valoare arbitrară pentru pulsația p ;

— se calculează din (11) valorile a_{i+1}

$$a_{i+1} = \frac{-\sum_{k=1}^{i} I_k p^2 a_k}{c_{i,i+1}} + a_i ; \quad (12)$$

— se calculează restul

$$R_{(p)} = \sum_{k=1}^{5} I_k p^2 a_k \quad (13)$$

obținut prin sumarea ecuațiilor sistemului (11) ;

— dacă valoarea aleasă inițial pentru pulsația p anulează restul $R_{(p)}$, atunci este o soluție a problemei, în caz contrar este modificată valoarea acceptată inițial pentru pulsația p și se reiau calculele.

Evident, această metodologie de rezolvare impune utilizarea sistemelor de calcul automat. În acest sens, folosînd [5 ; 6] a fost alcătuită schema logică prezentată în figura 5. Utilizînd

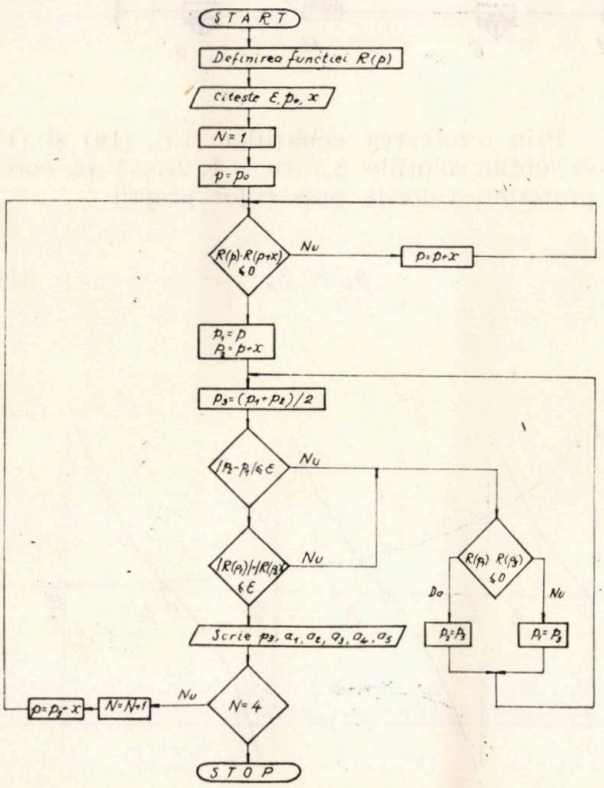


Fig. 5

un calculator Felix C—256 și impunînd un grad de precizie $\varepsilon = 10^{-9}$, au fost obținute rezultatele prezentate în figura 4 *c*.

În timpul proceselor de manevră, asupra tobei acționează, în puncte diferite, forța din capătul activ al cablului. Se știe că pentru a ajuta la înfășurarea ordonată a cablului, toba este prevăzută cu un sistem de coji pentru conducere paralelă cu una sau două treceri. În acele poziții, mărimea forței din capătul activ al cablului este continuă și are o variație a cărei expresie este în funcție de geometria trecerii. Oricum, această forță perturbatoare este periodică, iar expresia ei poate fi aproximată printr-o dezvoltare în serie Fourier. În acest caz rezonanța se va produce la

$$n\omega_t = p_i,\ n = 1, 2, \ldots,\ i = 1, \ldots, 4,$$

pentru forma constructivă cu coji cu o singură trecere și

$$2n\omega_t = p_i,\ n = 1, 2, \ldots,\ i = 1, \ldots, 4,$$

pentru cojile cu două treceri, în care ω_t este viteza unghiulară a tobei.

Se impun însă cîteva observații :

• se cunoaște din analiza armonică [16], ca o consecință a inegalității lui Bessel, că

$$\lim_{n\to\infty} a_n = \lim_{n\to\infty} b_n = 0,$$

a_n și b_n fiind coeficienții seriei Fourier a unei funcții de pătrat integrabil ;

• forța perturbatoare periodică, din capătul activ al cablului, fiind o funcție continuă și finită este de pătrat integrabil ;

• viteza de creștere a amplitudinii oscilației forțate, la rezonanță, este proporțională cu amplitudinea (tocmai a_n și b_n) forței perturbatoare armonice [2].

Luînd în considerare aceste observații rezultă că pe măsura creșterii ordinului n a armonicilor forței perturbatoare, scade viteza de creștere în timp a amplitudinii oscilațiilor torsionale în cazul $n\omega_t = p_i$.

De asemenea, în [12] se arată că influența amortizării interne (neglijate mai sus) este cu atît mai semnificativă cu cît ordinul i al formei de oscilație este mai mare.

Se poate trage concluzia că pe măsura creșterii ordinelor armonicii forței perturbatoare și a pulsației proprii, solicitările dinamice la rezonanță sînt din ce în ce mai reduse.

În cazul de față, domeniul de lucru fiind, în general, $\omega_t \in [0 ; 50]$ rad/s, observăm că pot conduce la rezonanță doar armonicele superioare (de exemplu, peste $n = 3$ corespunzător primei pulsații și peste $n = 4$ corespunzător celei de-a II-a pulsații proprii).

Menționăm că cercetările experimentale, efectuate cu un traductor seismic rotativ tip BD—5 Hottinger, nu au pus în evidență oscilații torsionale semnificative ale capetelor arborelui tobei de manevră în tot domeniul de lucru al acesteia [3].

Față de cele prezentate mai sus considerăm că, în cele ce urmează, este suficient să se studieze numai mișcarea de rigid a subansamblului tobei de manevră fără a se lua în considerare elasticitatea arborelui acestuia.

3. *Înfășurarea cablului mecanismului macara-geamblac*

Reprezentînd desfășurat cablul mecanismului macara-geamblac obținem imaginea din figura 6.

Presupunînd că nu există patinare între cablu și role, masele în rotație ale acestora din urmă și a tobei se pot reduce la mase în translație, reduse la razele de înfășurare (figurate cu linie întreruptă).

Evident, undele deformațiilor elastice se propagă de la un capăt la celălalt al cablului parcurgînd înfășurarea acestuia peste rolele macaralei și geamblacului. Modelul matematic

al mișcărilor vibratorii ale diferitelor secțiuni ale cablului va fi de forma (1), în care vor fi luate în considerare și forțele de inerție datorate maselor concentrate (role, tobă).

În vederea simplificării modelelor mecanic și matematic să cercetăm în ce măsură masele reduse se pot înlocui, aproximativ, cu încastrări (deplasabile pentru cele corespunzătoare

$$\operatorname{tg}\beta = \frac{1}{r_1\beta} \tag{16}$$

$$\operatorname{tg}\beta = \frac{(r_1 + r_2)\beta}{r_1 r_2 \beta^2 - 1}, \tag{17}$$

în care $\beta = \frac{pl}{a}$, $r_1 = \frac{m_1}{m_0}$, $r_2 = \frac{m_2}{m_0}$ și m_0 este masa barei.

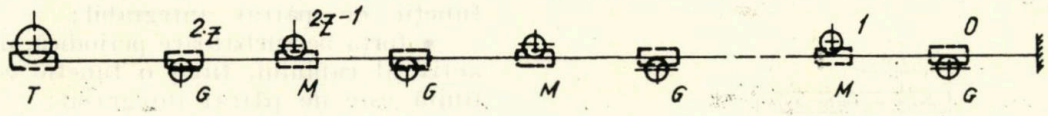


Fig. 6

rolelor macaralei), ceea ce ar conduce la posibilitatea studierii oscilațiilor longitudinale, independent, pe fiecare tronson (interval).

Să considerăm, pentru analiză, următorul exemplu: o bară încastrată la ambele capete (fig. 7 *a*), o bară încastrată la un capăt și

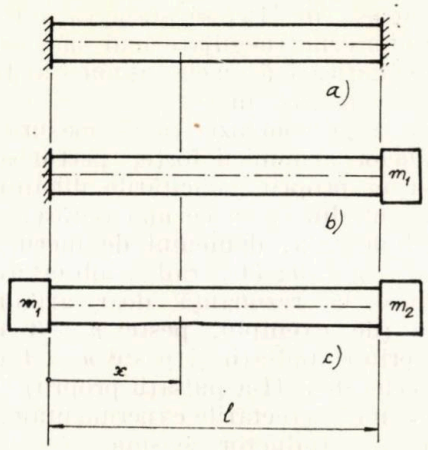


Fig. 7

avînd o masă m_1 la cealaltă extremitate (figura 7 *b*) și, în fine, o bară avînd cîte o masă m_1 și m_2 la cîte un capăt (figura 7 *c*). Se știe [11] că formele proprii (descrise de funcțiile proprii) sînt independente de fenomenele disipative interne și externe. Funcțiile proprii au forma

$$X(x) = C \cos\frac{p}{a}x + D \sin\frac{p}{a}x \tag{14}$$

în care

p este pulsația proprie de oscilație;
a — viteza de propagare a deformației elastice;
C, D — constante dependente de condițiile limită;
x — abscisa curentă.

Impunînd condițiile limită funcției (14), următoarele ecuații ale frecvențelor se obțin în cele trei cazuri,

$$\sin\beta = 0, \tag{15}$$

Prin rezolvarea ecuațiilor (15), (16) și (17) se obțin soluțiile β_n, $(n = 1, 2, \ldots)$ și, corespunzător, valorile pulsațiilor proprii

$$p_n = \beta_n \cdot \frac{a}{l}. \tag{18}$$

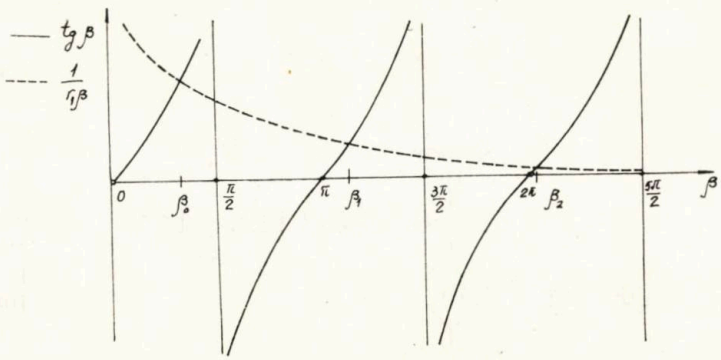


Fig. 8

Pentru cazul barei încastrate la ambele capete se obține

$$\beta_n = n\pi, \quad p_n = n\pi\frac{a}{l}, \quad n = 1, 2, \ldots \tag{19}$$

Soluția banală (corespunzătoare deplasării de rigid, odată cu încastrările de la capete) se obține pentru $n = 0$.

Pentru cazul barei încastrate la un capăt și avînd o masă la cealaltă extremitate, este indicată rezolvarea grafică (fig. 8) a ecuației transcendente (16).

Observăm că soluțiile (exceptînd prima) sînt în vecinătatea valorilor $\beta_n = n\pi$. Este suficient un raport $r_1 = 0{,}89$ pentru ca abaterea maximă să fie de numai 10%. Referitor la prima soluție, remarcăm că la creșterea raportului r_1, aceasta tinde spre soluția bandă, $\beta_0 = 0$, ceea ce se obține și în cazul barei dublu încastrate.

În situația barei cu mase concentrate la ambele capete, concluziile (fig. 9) sînt, canti-

tativ, similare : cu cît valorile maselor m_1 și m_2 sînt mai mari decît masa barei m_0, cu atît pulsațiile proprii sînt mai apropiate de valorile $p_n = n\pi \frac{a}{l}$.

Funcțiile proprii pentru cele trei cazuri (respectiv I, II și III) sînt :

$$X_n^{\mathrm{I}} = \sin p_n \cdot \frac{x}{a}, \quad X_n^{\mathrm{II}} = \sin p_n \cdot \frac{x}{a}, \quad X_n^{\mathrm{III}} =$$

$$= \sin p_n \cdot \frac{x}{a} - \frac{1}{r_1 \beta_n} \cos p_n \frac{x}{a}. \qquad (20)$$

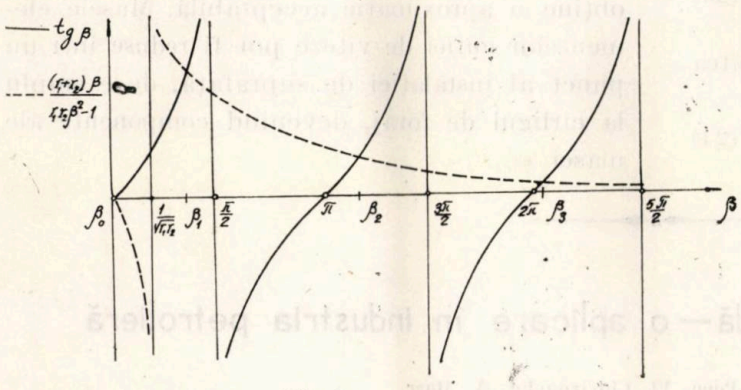


Fig. 9

Remarcăm identitatea primelor două și apropierea celei de-a III-a pentru cazurile unor valori mari ale mărimilor r_1 și β_n.

Ținînd seama de cele prezentate mai sus, putem concluziona că, în special pentru valori mari ale maselor concentrate comparativ cu masa distribuită a barei, acestea se comportă aproximativ ca niște încastrări.

Deși modelul mecanic al înfășurării cablului (fig. 7) este asemănător și nu identic cazurilor prezentate (în sensul că fiecare masă concentrată intermediară are legături elastice în ambele părți), încercăm totuși o aplicație numerică pentru cazul instalației F 320—3DH.

Luînd în considerare principiul echivalenței energiei cinetice între sistemul real și modelul mecanic, masa m_i a rolei sau tobei, redusă la raza R_i de înfășurare a cablului, se va calcula cu expresia

$$m_i = I_i R_i^{-2}, \qquad (21)$$

în care I_i este momentul de inerție masic față de axa de rotație a corpului i.

Pentru cazul subansamblului tobei de manevră, rezultă

$$m_t = I_t R_t^{-2} = 2085{,}3814 \cdot (0{,}45)^{-2} =$$

$$= 10298{,}18 \text{ kg},$$

iar pentru fiecare rolă, de asemenea,

$$m_r = I_r R_r^{-2} = 79{,}9533 \cdot (0{,}66)^{-2} =$$

$$= 183{,}54752 \text{ kg}.$$

Masa cablului pe unitatea de lungime este $m_c = 4{,}58$ kg/m.

Raportul s_t, între masa redusă a tobei și masa ramurii active a cablului în lungime de $l_a = 40$ m, va fi

$$s_t = \frac{m_t}{m_c l_a} = \frac{10\,298{,}18}{4{,}58 \cdot 40} = 56{,}212773.$$

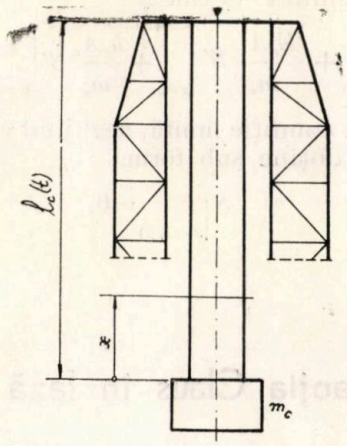


Fig. 10

Același raport între masa redusă a rolei și masa unei ramuri a cablului, avînd lungimile extreme de 3 și 30 m, va avea, respectiv, valorile :

$$s_r = \frac{183{,}54752}{4{,}58 \cdot 3} = 13{,}358626,$$

$$s_r = \frac{183{,}54752}{4{,}58 \cdot 30} = 1{,}3358626.$$

Luînd în considerare valorile calculate mai sus și concluziile anterioare, rezultă că, pentru valori scăzute ale distanței dintre macara și geamblac, se poate accepta aproximația înlocuirii efectului maselor reduse, asupra mișcărilor vibratorii din ramurile cablului, cu cel al unor încastrări. Modelul mecanic, echivalent înfășurării cablului de foraj, rezultă astfel sub forma unei bare de lungime variabilă și avînd aria suprafeței secțiunii transversale egală cu suma mărimilor omoloage ale ramurilor cablului (fig. 10).

Pentru determinarea modelului matematic al mișcărilor axiale ale diferitelor secțiuni ale barei, acceptăm semiaxa x avînd originea în capătul inferior al înfășurării (la masa macaralei, m_c) și sensul pozitiv spre geamblac. Apli-

cînd principiul lui d'Alembert sistemului de forţe corespunzător unui element infinitezimal de lungime dx se obţine

$$\ddot{S} - a_c^2 S'' - \frac{k_c}{\rho_c}\dot{S}'' = \ddot{l}_c - g, \qquad (22)$$

în care, pe lîngă notaţiile anterioare,

$a_c = \sqrt{\frac{E_c}{\rho_c}}$ este viteza de propagare a deformaţiei elastice în înfăşurarea cablului;

k_c — coeficientul disipărilor interne în înfăşurarea cablului;

$l_c(t)$ — lungimea înfăşurării cablului.

Pentru capătul inferior, unde este masa m_c, condiţia limită devine:

$$\ddot{S}\Big|_{x=0} + \frac{E_c A_c}{m_c} S'\Big|_{x=0} + \frac{k_c A_c}{m_c}\dot{S}'\Big|_{x=0} = \ddot{l}_c. \qquad (23)$$

Cealaltă condiţie limită, neglijînd elasticitatea turlei, se obţine sub forma

$$S\Big|_{x=l_c(t)} = 0. \qquad (24)$$

Pentru cazurile cînd există şi materialul tubular, iar elasticitatea turlei nu este negiijabilă, condiţiile limită se modifică în mod corespunzător.

4. *Elementele cutiei de viteze*

Dinamica sistemului elastic compus din elementele cutiei de viteze a troliilor de foraj este amplu cercetată [17; 14]. Reţinem [14] observaţia că aceste elemente (transmisii cu lanţ, arbori etc.) sînt mult mai rigide decît materialul tubular. În acest mod, prin neglijarea elasticităţii elementelor cutiei de viteze, comparativ cu cea a materialului tubular, se obţine o aproximaţie acceptabilă. Masele elementelor cutiei de viteze pot fi reduse într-un punct al instalaţiei de suprafaţă, de exemplu la cîrligul de foraj, devenind componente ale masei m_{ri}.

Reacţia Claus în fază lichidă — o aplicare în industria petrolieră

M. Cuciuiat, V. Popp, Vl. Ciovîrnache, A. Maer
Institutul de cercetări şi proiectări pentru petrol şi gaze Cîmpina

I. Introducere

Hidrogenul sulfurat existent în concentraţii variabile, de la cîteva p.p.m. vol la 10^5 p.p.m., în fluidele produse din zăcăminte de hidrocarburi, datorită caracterului toxic, coroziv şi a faptului că „otrăveşte" catalizatorii din procese ulterioare de prelucrare a gazelor, este necesar să fie eliminat. Procesele industriale de eliminare a hidrogenului sulfurat din fluide se realizează, în general, în două sau trei faze [1; 2; 3; 4; 5]. Prima fază constă în reţinerea fizică sau chimică în soluţii sau pe adsorbanţi solizi a hidrogenului sulfurat, cele mai răspîndite procese fiind cele de reţinere reversibilă a H_2S în soluţii alcaline care la încălzire elimină H_2S. A doua fază constă în conversia H_2S, eliberat după reţinerea în prima fază, în sulf utilizînd procesul Claus, iar a treia în purificarea gazelor reziduale rezultate din procesul Claus.

Procesul Claus convenţional se realizează cu un randament global de conversie a H_2S în sulf de 80—97% [1; 3]. Realizarea reacţiei Claus în fază lichidă are randamente apropiate de 100% şi permite evitarea primei faze de reţinere a H_2S, precum şi a ultimei faze de purificare a gazelor reziduale din procesul Claus convenţional.

În cadrul I.C.P.P.G. a fost elaborat un proces de eliminare concomitentă a H_2S dintr-un amestec trifazic (gaze, ţiţei şi apă de zăcămînt) aplicînd reacţia Claus în fază lichidă, care a fost verificat în experimente semiindustriale în şantier.

II. Reacţia Claus — termodinamica şi realizarea procesului industrial

Curba echilibrului termodinamic pentru reacţia Claus este redată în figura 1 [6].

Există două domenii importante pentru gradul de conversie în sulf a hidrogenului sulfurat şi anume, zona catalitică, în jurul temperaturii de 400°K, unde are loc o conversie apropiată de 100% şi zona termică, în jurul temperaturii de 1 500°K, unde conversia teoretică este de circa 70%.

Procesul Claus convenţional se realizează conform schemei din figura 2.

Într-o instalaţie Claus, hidrogenul sulfurat este convertit în sulf cu ajutorul aerului după reacţia:

$$H_2S + 1/2\ O_2 \rightleftarrows S + H_2O, \qquad (1)$$

care este rezultanta a două reacţii exoterme:

- oxidarea H_2S la SO_2:

$$H_2S + 3/2\ O_2 \rightleftarrows H_2O + SO_2 \qquad (2)$$

• reacția Claus dintre H_2S și SO_2:

$$2H_2S + SO_2 \rightleftarrows 3S + 2H_2O \qquad (3)$$

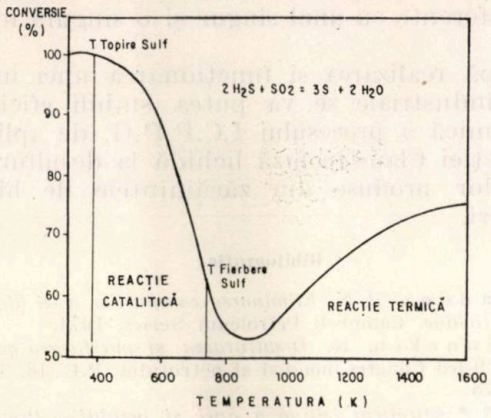


Fig. 1. Curba de echilibru termodinamic pentru reacția Claus

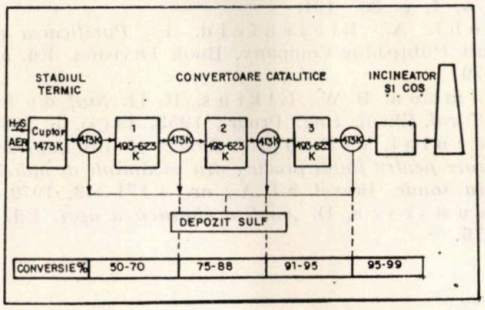


Fig. 2. Schema procesului Claus convențional.

Reacțiile (2) și (3) au loc în zona termică la temperatură în jurul valorii de 1 500°K prin arderea unei treimi din hidrogenul sulfurat la bioxid de sulf în scopul obținerii unei concentrații de reactanți în conformitate cu stoechiometria reacției (3). Gazele care ies din soba Claus se răcesc și, după separarea sulfului, sînt trecute prin două-trei unități de conversie cu catalizatori (bauxită), care pot asigura, în final, un grad de conversie a H_2S, conform reacției (3), cuprins între 80 și 97%.

Randamentul instalației convenționale Claus depinde de exactitatea cu care se obține stoechiometria reacției, de gradul de puritate al H_2S, precum și de starea și tipul catalizatorilor utilizați.

Reacția Claus în fază lichidă se poate realiza, fie prin oxidarea cu aer a H_2S din soluție, fie prin oxidarea cu SO_2 [1; 2; 5].

Procesele care aplică reacția Claus în fază lichidă au principalul avantaj, comparativ cu procesul convențional, al realizării reacției în zona catalitică, respectiv al obținerii unei recuperări de sulf de peste 95%.

Procesele care utilizează SO_2 evită faza absorbției H_2S într-o soluție, astfel că procesul desulfurării se simplifică.

Cu toate avantajele menționate, aplicarea proceselor de desulfurare cu reacția Claus în fază lichidă este încă puțin dezvoltată industrial, probabil datorită concentrației reziduale de H_2S în gazele tratate, posibil mai mari decît în procesele clasice.

III. Procesul I.C.P.P.G. Cîmpina de desulfurare

În cadrul I.C.P.P.G. Cîmpina a fost realizat un proces care aplică reacția Claus în fază lichidă pentru desulfurarea concomitentă a amestecului trifazic produs de sondele care pun în exploatare zăcăminte de hidrocarburi [7].

Fluidele produse sînt constituite din gaze, țiței și apă de zăcămînt, gazele avînd un volum de 500—10 000 ori mai mare față de lichide. Procesul constă în contactarea, în condiții de curgere turbulentă, a fluidelor care conțin H_2S cu SO_2 provenit dintr-o sursă exterioară. Reacția dintre H_2S și SO_2 este catalizată de apă.

În apa de zăcămînt, care are un caracter acid, hidrogenul sulfurat se găsește dizolvat ca atare în conformitate cu următoarele date [8]:

pH	H_2S	HS^-
5	100%	0%
6,8	75	25
7	50	50
7,6	25	75
9,5	0	100

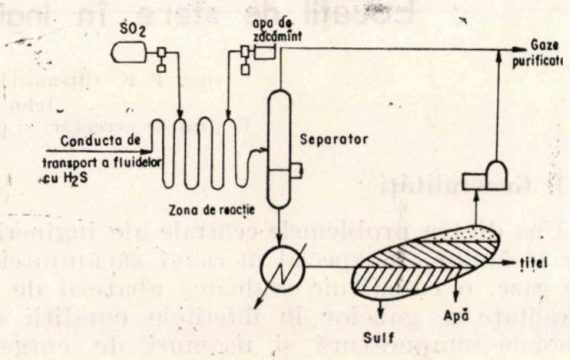


Fig. 3. Schema de principiu a unei instalații care aplică reacția Claus în fază lichidă pentru desulfurarea fluidelor cu H_2S.

După circa 20—90 secunde, în funcție de gradul de turbulență a curgerii, de presiune și de temperatură, fluidele desulfurate, cu o concentrație de H_2S în gaze diminuată față de conținutul inițial de cel puțin 100 de ori, sînt separate, gazele fiind trimise spre utilizare, iar apa și țițeiul conținînd suspensia de sulf rezultat din reacție se încălzesc la circa 120°C cînd sulful se topește și se separă gravitațional, apa fiind și ea ulterior separată de țiței. Atunci

cînd în șantier există apă de zăcămînt care conține cationi ce formează cu H_2S sulfuri insolubile, aceasta se introduce (cca 1 m^3 la 1—5 000 Nm^3 gaze) în ultima porțiune a zonei de reacție. Schema unei instalații care aplică procesul este redată în figura 3.

Procesul se realizează în conducte de transport a fluidelor, iar bioxidul de sulf poate fi obținut prin recircularea unei cantități din sulful produs.

Experimentele de șantier s-au efectuat succesiv în trei piloți, urmărindu-se, cu precădere, gradul de desulfurare a gazelor. Conținutul inițial de H_2S în gaze a fost de circa 100 g/Nm^3, în țiței de circa 1 200 g/m^3, iar în apă de circa 300 g/m^3. S-a lucrat cu debite de gaze de circa 500—1 500 Nm^3/zi la temperatură de circa 300°K și la presiuni de 0,1—0,5 MPa.

După desulfurare s-a obținut o concentrație de H_2S în gaze de sub 10 p.p.m. volum, în condițiile asigurării unui exces de SO_2, astfel că procesul a fost omologat și s-au realizat proiectele a două instalații industriale, una fiind în curs de construcție.

Pentru determinările de randament ale reacției Claus s-au efectuat analize la probe de fluide prin fixarea H_2S și SO_2 într-o soluție amoniacală după care s-au titrat $H_2S + SO_2$ cu iod și separat H_2S cu azotat de argint.

Aplicarea procesului în șantier nu necesită utilaje speciale, desfășurîndu-se cu un consum scăzut de chimicale și energie. Practic se înlocuiesc trei procese de desulfurare cu instalațiile aferente cu unul singur și o singură instalație.

După realizarea și funcționarea unei instalații industriale se va putea stabili eficiența economică a procesului I.C.P.P.G. de aplicare a reacției Claus în fază lichidă la desulfurarea fluidelor produse din zăcămintele de hidrocarburi.

Bibliografie

[1] Maddox, R. N. *Eliminarea compușilor acizi din gaze și lichide.* Campbell Petroleum Series, 1974.

[2] Ginneken, K. *Desulfurarea și purificarea gazelor.* Al 9-lea Congres mondial al petrolului, P.D. 18, Tokio, 1975.

[3] * * * *Curățirea ieftină a apei și aerului — Prezentare tehnică.* Institutul francez de Petrol, Ref 23562 — —1975—1976.

[4] * * * *Manual pentru tratarea gazelor* — Hydroc. Proc. 1975, 4, p. 80—131.

[5] Kohl, A., Riesenfeld, F. *Purificarea gazului.* Gulf Publishing Company, Book Division, Ed. a III-a, 1979.

[6] Gamson, B. W., Elkins, R. H. *Sulf din hidrogen sulfurat,* Chem. Eng. Progr., 1953, 49 (4), p. 203—215.

[7] Cucuiat, M., Popp, V. *Proces și instalație de desulfurare pentru fluide produse din zăcăminte de hidrocarburi prin sonde.* Brevet S.U.A., nr. 4 171 349, 1979.

[8] Ceaușescu, D. *Analiza chimică a apei.* Ed. Facla, 1976.

Ecuații de stare în ingineria zăcămintelor de gaze (I)

Ing. F. E. Oltean, chim. L. M. Hente, ing. M. Petre,
tehn. pr. F. Dumitrescu
Centrul de cercetări și proiectări pentru gaz metan Mediaș

I. Generalități

Una dintre problemele centrale ale ingineriei de zăcămînt, în special în cazul zăcămintelor de gaze, o constituie evaluarea abaterii de la idealitate a gazelor în diferitele condiții de presiune-temperatură și regimuri de curgere prin care acestea trec începînd cu roca-colector, sistemul de extracție și terminînd cu conductele de transport. Relațiile de calcul utilizate în acest domeniu al ingineriei tehnologice includ abaterea de la idealitate a gazelor, exprimată cantitativ, sub forma factorului de compresibilitate Z sau, uneori, a densității absolute.

În urmă cu patru decenii, cînd ingineria de zăcămînt și-a conturat obiectivele și metodele, un program experimental complex inițiat de „Natural Gasoline Association of America" (N.G.A.A.) din Tulsa, S.U.A., privind compresibilitatea gazelor naturale a fost finalizat printr-o serie de corelații grafice și tabele, din care citățm [1] pentru metan pur și [2] pentru gaze naturale tipice cu cel puțin 90% volum metan. Aceste corelații grafice și tabele, a căror precizie a fost confirmată de practică, sînt folosite și în prezent în studiile de rezerve și exploatare a zăcămintelor de gaze de rutină ca și în domeniul productiv al extracției de gaze.

Revoluția științifico-tehnică contemporană, prin progresele înregistrate de tehnica de calcul pe de o parte, și criza energetică, care impune atragerea în circuitul economic a tuturor rezervelor de hidrocarburi, inclusiv a gazelor naturale sărace în metan, pe de altă parte, impun reconsiderarea problemei evaluării abaterii de la idealitate a gazelor de zăcămînt. În acest scop am pornit de la ecuații de stare semiempirice utilizate în proiectarea tehnologică petrochimică pentru exprimarea cantitativă a constantelor de echilibru ce guvernează procesele de transfer de masă.

Calculul factorului de compresibilitate din ecuații de stare prezintă, pentru ingineria de zăcămînt, două mari avantaje și anume:

- ușurează substanțial implimentarea pe calculator a studiilor de rezerve și proiectare a exploatării zăcămintelor de gaze, înlocuind prin expresii analitice un mare volum de date tabelate;
- permite efectuarea de studii de rezerve și proiectare a exploatării zăcămintelor de gaze naturale netipice, conținînd 5—80% volum metan, 2—40% volum azot și 8—90% bioxid de carbon.

Astfel de zăcăminte au fost evidențiate prin foraje de explorare încă din 1965 în Bazinul Transilvaniei.

II. Ecuații de stare

Un impresionant volum de date experimentale P—V—T, obținute începînd cu secolul trecut și pînă în prima jumătate a secolului nostru, a impus necesitatea sistematizării și teoretizării comportării gazelor. Pentru necesitățile ingineriei tehnologice gazeifere soluția cea mai facilă a fost, pentru epoca ei de avînt, introducerea factorului de compresibilitate Z ca factor de corecție în ecuația gazelor ideale și ordonarea datelor experimentale P—V—T în seturi de tabele și corelații grafice pentru evaluarea acestui factor, metodă ce a culminat cu corelațiile N.G.A.A. din 1941. Un alt mod de abordare al problemei, respectiv exprimarea comportării gazelor reale prin ecuații de stare derivate din ecuația gazelor ideale și conținînd o serie de constante, cu sau fără semnificație fizică, deduse prin regresie din datele experimentale, a fost în mod strălucit inaugurat de Van der Waals în secolul trecut și apoi a cunoscut un avînt exploziv după 1948, odată cu prima revoluție a tehnicii de calcul.

Din păcate, ecuațiile de stare, deși prezintă o bună concordanță cu datele experimentale pentru un mare număr de componenți puri în domenii largi P—V—T, ridică o serie întreagă de probleme cînd sînt aplicate la amestecuri, în special la cele de genul gazelor naturale netipice. Unul dintre scopurile cercetărilor relatate în acest articol este tocmai de-a analiza concordanța datelor experimentale cu cele rezultate din ecuația de stare pentru amestecuri.

În continuare prezentăm trei ecuații de stare și modul în care au fost prelucrate pentru a fi tratate unitar în continuare.

1. *Ecuația Van der Waals*

Deoarece nu este aplicabilă pentru amestecuri de gaze, iar abaterile față de datele experimentale P—V—T în apropierea domeniului critic sînt apreciabile, ecuația Van der Waals prezintă, pentru inginerie, mai mult un interes istoric și teoretic decît practic.

Față de ecuația gazelor ideale:

$$pV = RT \tag{1}$$

ecuația Van der Waals:

$$\left(p + \frac{a}{V^2}\right)(V - b) = RT \tag{2}$$

prezintă două corecții, odată pentru volumul b ocupat de moleculele gazului (neglijabil la gaze ideale) și a doua oară pentru forțele de atracție a dintre moleculele gazului real (de asemenea neglijabile la gaze ideale) [3].

Explicînd ecuația (2) în B, se obține:

$$PV^3 - (Pb + RT)V^2 + aV - ab = 0 \tag{3}$$

sau ținînd cont că pentru un mol de gaz

$$\rho = \frac{1}{V} \tag{4}$$

$$ab\rho^3 - a\rho^2 + (Pb + RT)\rho - P = 0 \tag{5}$$

Ecuația (5) poate fi scrisă formal în modul următor:

$$\sum_{i=0}^{i=3} K_i \rho^i = 0 \tag{6}$$

și are cel mult o rădăcină reală pozitivă și semnificativă. Făcînd înlocuirea (4) în (1) obținem:

$$P = RT\rho_{id} \tag{1'}$$

unde ρ_{id} reprezintă densitatea gazului considerat ideal.

Analog, pentru ecuația de stare cu Z:

$$PV = zRT \tag{1''}$$

se obține:

$$P = ZRT\rho_{es}^{i} \tag{1'''}$$

unde ρ_{es}^{t} reprezintă densitatea gazului real descris de ecuația de stare i.

Egalînd expresiile (1') și (1''') se obține evaluarea abaterii de la idealitate prin factorul de compresibilitate Z:

$$Z = \frac{\rho_{id}}{\rho_{es}^{t}} \tag{7}$$

2. *Ecuația Redlich-Kwong*

Ecuația de stare Redlich-Kwong [4]:

$$P = \frac{RT}{V - b} - \frac{a}{V(V + b)\sqrt{T}} \tag{8}$$

Tabelul 1

Constante în ecuații de stare

Componente		CO_2	N_2	CH_4	C_2H_6
Constante Van der Waals [3]	a	3,592	1,390	2,253	5,489
	b	0,04267	0,03913	0,04278	0,638
Constante Redlich-Kwong [5]	a	0,4470	0,4290	0,4278	0,4340
	b	0,0911	0,0870	0,0867	0,0880
Constante Benedict-Webb-Rubin [7]	A_0	2,73742	1,053642	1,79894	4,15556
	B_0	0,0499101	0,0407526	0,0454625	0,0627724
	$C_0\times10^{-6}$	0,138567	0,008059	0,0318382	0,179592
	a	0,136814	0,025102	0,04352	0,34516
	b	0,00721045	0,0023277	0,00252033	0,011122
	$C\times10^{-6}$	0,014918	0,00072841	0,0035878	0,032767
		0,0000847	0,0001272	0,00033	0,000243389
		0,005394	0,053	0,0105	0,0118

conține două constante a și b, fără semnificație fizică precisă ca cele din ecuația (2), însă depinzînd de parametrii critici :

$$a_k = \frac{\Omega a\, R^2 \cdot T_{c_k}^{2,5}}{P c_k}$$
$$b_k = \frac{\Omega b\, R T c_k}{P c_k} \qquad (9)$$

În expresiile (9), k semnifică componentul, iar Ωa și Ωb, în forma inițială a ecuației (8), sînt constante numerice universale.

Cercetări ulterioare au evidențiat ușoare diferențieri pentru Ωa și Ωb după k [5].

Ecuația (2) este aplicabilă și în cazul amestecurilor gazoase, situație în care :

$$a = \sum_{k=1}^{m} x_k\, a_k$$
$$b = \sum_{k=1}^{m} x_k\, b_k \qquad (10)$$

unde x_k este fracția molară a componentului k în amestec. Explicitînd ecuația (8) în V se obține :

$$P\sqrt{T}V^3 - RT\sqrt{T}V^2 - (\sqrt{T} + RT\sqrt{T}b - a)V - ab = 0 \qquad (11)$$

ecuația corespondentă cu (3), care ținînd seama de (4) devine :

$$ab\rho^3 + (\sqrt{T} + RT\sqrt{T}b - a)\rho^2 + RT\sqrt{T} - P\sqrt{T} = 0 \qquad (12)$$

și poate fi scrisă formal la fel cu (6).

3. *Ecuația Benedict, Webb și Rubin* denumită pe scurt BWR este de forma [6]:

$$\frac{c^3}{T^2}(1 + \gamma\rho^2)\, exp(-\gamma\rho^2) + a\alpha\rho^6 + (bRT - a)\rho^3 + \left(B_0RT - A_0 - \frac{C_0}{T^2}\right)\rho^2 + RT\rho - P = 0 \qquad (13)$$

și include opt constante numerice fără semnificație fizică.

Expresia formală este mai complexă în raport cu (6):

$$F(\rho, K_j') + \sum_{i=0}^{6} K_i \rho^i = 0 \qquad (6')$$
$$j = 1,2$$

În tabelul 1 sînt prezentate constantele pentru ecuațiile de stare enumerate și o serie de compuși a căror amestec va fi studiat în continuare :

$$\alpha = \left(\sum_{k=1}^{m} X_k\, \alpha_k^{1/3}\right)^3$$
$$\gamma = \left(\sum_{k=1}^{m} X_k\, \gamma_k^{1/2}\right)^2$$

unde X_k are semnificația din relațiile (10).

Pentru aplicarea ecuației (13) la amestecuri de gaze, constantele A_o, B_o, C_o, a, b, c, α și γ se calculează cu relațiile :

$$A_o = \left(\sum_{k=1}^{m} X_k\, A_{ok}^{1/2}\right)^2$$
$$B_o = \left(\sum_{k=1}^{m} X_k\, B_{ok}\right)$$
$$C_o = \left(\sum_{k=1}^{m} X_k\, C_{ok}\right)$$
$$a = \left(\sum_{k=1}^{m} X_k\, a_k^{1/3}\right)^3 \qquad (10')$$
$$b = \left(\sum_{k=1}^{m} X_k\, b_k^{1/3}\right)^3$$
$$c = \left(\sum_{k=1}^{m} X_k\, c_k^{1/3}\right)^3$$

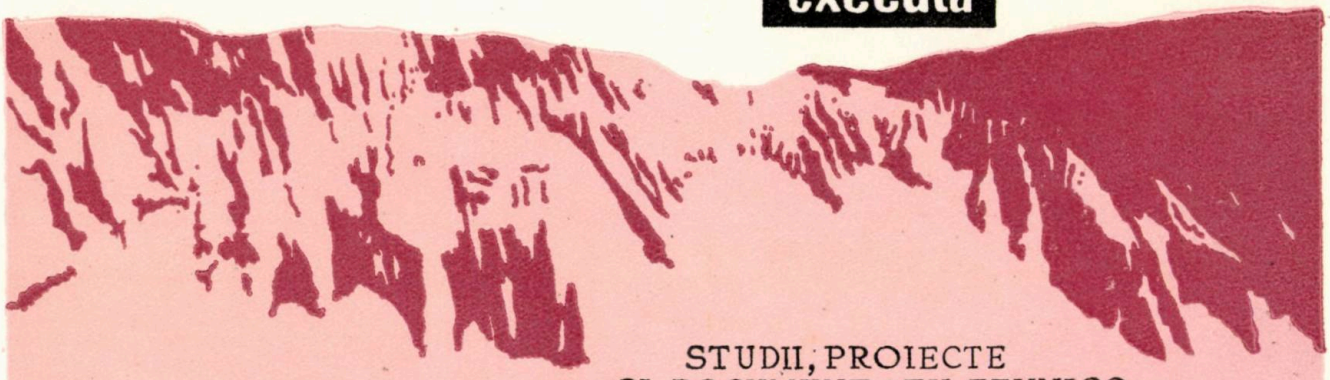
MINISTERUL MINELOR

ICPMSN CLUJ - NAPOCA

INSTITUTUL DE CERCETARI SI PROIECTARI MINIERE PENTRU SUBSTANTE NEMETALIFERE

I.C.P.M.S.N. CLUJ - NAPOCA, str. Tudor Vladimirescu 15 - 17

execută



STUDII, PROIECTE
ŞI DOCUMENTAŢII TEHNICO-ECONOMICE PENTRU VALORIFICAREA SUBSTANTELOR NEMETALIFERE DIN ÎNTREAGA ŢARĂ, CUPRÎNZIND:

● metode de exploatare ● săparea şi susţinerea lucrărilor miniere ● perforări şi împuşcări în lucrări la zi şi în subteran ● mecanizarea şi automatizarea lucrărilor miniere şi a fluxurilor de preparare ● aeraj minier ● profilaxie tehnico-medicală ● prepararea mecanică şi chimică a substanţelor nemetalifere în fază laborator, pilot şi semiindustrială ● epurare chimică a apelor de mină şi reziduale de la uzinele de preparare ● proprietăţi fizico-mecanice ale rocilor şi cercetări geotehnice ● măsurători topografice ● urmărirea stabilităţii masivelor miniere ● analize mineralogice şi petrografice ● analize chimice şi fizice prin metode spectrale, polarografice, fotometrice, röntgen difractometrice ● sinteza unor reactivi de preparare ● prototipuri de aparate şi utilaje specifice exploatării şi preparării substanţelor nemetalifere ● microproducţie de noi sorturi de substanţe nemetalifere ● asistenţă tehnică privind modernizarea fluxurilor de exploatare (subteran şi la zi) şi de preparare.

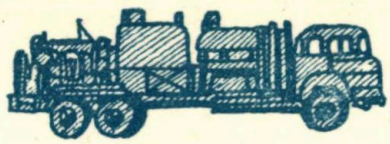
MINISTERUL PETROLULUI

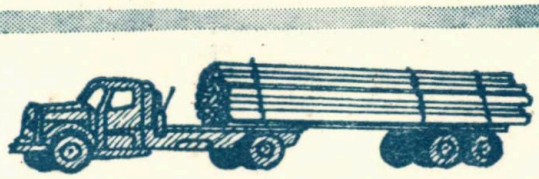
ÎNTREPRINDEREA DE CIMENTĂRI OPERAŢII ŞI TRANSPORTURI SPECIALE-PLOIEŞTI

I.C.O.T.S.

execută

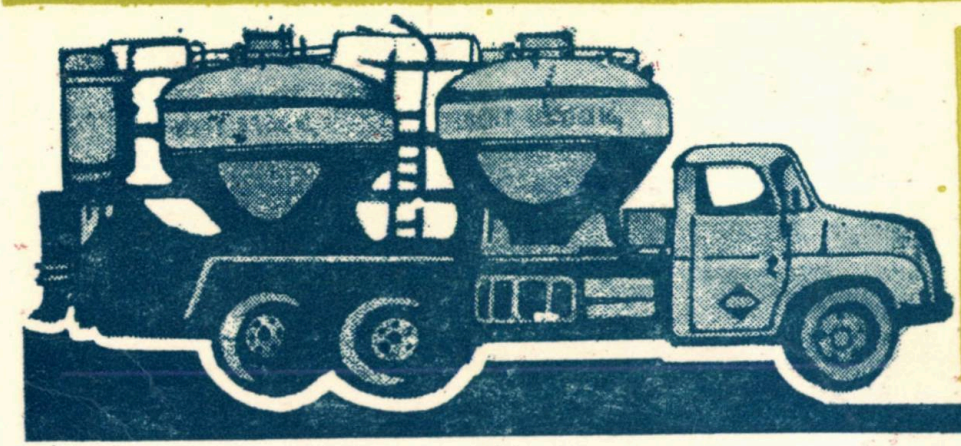
1983 MAJ 2 4





- o Cimentări de sonde.
- o Operaţii de intensificare a afluxului de ţiţei din strat în gaura de sondă, ca:
  - fisurări hidraulice;
  - fisurări acide;
  - acidizări;
  - consolidări de strate cu nisip.
- o Operaţii de probare a stratelor.
- o Operaţii speciale la sondele de mare adîncime şi sub presiune.
- o Probe de presiune pentru verificarea etanşării coloanelor la sondele în foraj şi extracţie, determinări de spărturi în coloane.
- o Analize de laborator pentru stabilirea reţetelor de cimentare a sondelor.
- o Operaţii de punere în producţie şi de intensificare a afluxului de ţiţei cu instalaţia de pompare a azotului lichid.
- o Inchirieri scule de manevră şi instrumentaţie pentru sondele în foraj şi extracţie.
- o Operaţii de înşurubare a burlanelor la tubajul sondelor, cu cleşti mecanizaţi.
- o Diverse lucrări specifice sondelor de foraj şi extracţie.
- o Transporturi de utilaje grele şi instalaţii de foraj specifice industriei petroliere.

Str. Clopoţei nr. 2
PLOIESTI
Jud. Prahova
Telex: 19204
Telefon: 45421/263
12817



E 1445

MINE
PETROL
GAZE

BUCUREȘTI - ROMÂNIA * Vol. 34, aprilie 1983

4

MINISTERUL MINELOR

INSTITUTUL DE CERCETARI INGINERIE TEHNOLOGICA SI PROIECTARE MINIERA PENTRU LIGNIT

CRAIOVA

EXECUTA STUDII, PROIECTE, CERCETARI, DOCUMENTATII TEHNICO-STIINTIFICE PENTRU

• valorificarea şi încadrarea în bilanţ a rezervelor • mine subterane şi exploatări la zi • prepararea lignitului • utilaje auxiliare de trasport • inginerie tehnologică • drumuri, lucrări de artă, construcţii civile şi industriale pentru incinte miniere • lucrări geotehnice, hidrotehnice şi de asecare.

CRAIOVA, str. Unirii 138, jud. Dolj
cod 1100, telefon 23457

MINE, PETROL ŞI GAZE

ANUL XXXIV

Nr. 4 1983

ORGAN AL MINISTERULUI MINELOR ŞI MINISTERULUI PETROLULUI

CUPRINS

* * * **Cinstire muncii rodnice** 149

Duma, I. şi Simijdean, I. **Criterii de fundamentare a prognozelor ştiinţifice în industria minieră** 153

Matacă, E., Mihăiţă, Gh. şi Buică, V. **Gradul de dificultate al tehnologiei de abataj** . . . 155

Scroban, Al. şi Nan, M. **Metode şi mijloace de încercare a stîlpilor şi cilindrilor hidraulici destinaţi echipării susţinerilor mecanizate în abataj** 162

Catilina, R., Burtic, Th. şi Domocoş, V. **Unele aspecte geologice, hidrogeologice şi miniere privind amplasarea şi construcţia unui depozit de deşeuri radioactive** . . . 165

Orăscu, I. **Contribuţii la purificarea nisipurilor cuarţoase utilizate în industria sticlei** 176

Almăşan, B. ş.a. **Aspecte privind mineralizaţia de fier din zona Dîlma Mare—Retezat (Valea Jiului de Vest)** . . 182

Posea, N., Anghel, Al. şi Dărvăreanu, Şt. **Analiza comportării dinamice a unor conducte tehnologice din rafinării** 190

Calotă, N. **Cercetarea mişcării elastodinamice a sistemului IS-MT-S în timpul proceselor de manevră (II)** . . 197

Oltean, F. E., Henţe, L. M., Petre, M. şi Dumitrescu, F. **Ecuaţii de stare în ingineria zăcămintelor de gaze (II)** . 205

COLEGIUL DE REDACŢIE

Ing. VASILE SCRIPĂŢ, *preşedinte*; dr. ing. **GHEORGHE ALDEA**; ing. **ŞTEFAN BENEA**; dr. geol. **IOSIF BERCIA**; ing. **TEODOR BORU**; dr. ing **GHEORGHE DONŢOV DANU**; ing. **VIRGIL FĂTU**; dr. ing. **IANCU GEANGĂLĂ**; dr. ing. **FLOREA NEAGU**; ing. **NICOLAE PANTILIE**; **ELENA VRÂNCEANU**, *redactor*.

REZUMATE

* * * *Cinstire muncii rodnice*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 4, 1983

C.Z. 65.012.23:622.01

Duma, I. şi Simijdean, I. *Criterii de fundamentare a prognozelor ştiinţifice în industria minieră*

Autorii precizează că elaborarea prognozelor cercetării ştiinţifice, dezvoltării tehnologice şi progresului tehnic în industria extractivă este strîns legată de baza de materii prime, de stadiul şi perspectivele de perfecţionare a tehnologiilor în ţară şi pe plan mondial, de conjunctura pieţii mondiale şi de nivelele normative ale producţiei.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 4, 1983

C.Z. 622.273.15

Matacă, E., Mihăiţă, Gh. şi Buică, V. *Gradul de dificultate al tehnologiei de abataj*

Autorii evaluează gradul de dificultate pe care o tehnologie poate să-l întîmpine într-un abataj în funcţie de acţiunea mai multor factori: adîncimea de exploatare, gradul de inundare, lucrările miniere etc. Performanţa unei tehnologii faţă de acţiunea factorilor de dificultate este măsurată printr-un factor de bonitate.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr, 4, 1983

C.Z. 622.284.54:65.011.54

Scroban, Al. şi Nan, M. *Metode şi mijloace de încercare a stîlpilor şi cilindrilor hidraulici destinaţi echipării susţinerilor mecanizate de abataj*

Se prezintă necesitatea şi metodele de încercare a stîlpilor şi cilindrilor hidraulici destinaţi echipării susţinerilor mecanizate de abataj, metodologia de realizare a încercării în gol şi standul destinat efectuării acesteia.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 4, 1983

C.Z. 622.693.2:658.567:539.16

Catilina, R., Burtic, Th. şi Domocoş, V. *Unele aspecte geologice, hidrogeologice şi miniere privind amplasarea şi construcţia unui depozit de deşeuri radioactive*

Autorii prezintă studiile şi cercetările necesare, căile de abordare şi condiţiile impuse la amplasarea unui depozit de deşeuri radioactive, avînd în vedere experienţa obţinută pe plan mondial, cît şi cea proprie.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 4, 1983

C.Z. 622.675.05:622.362:666.1

Orăscu, I. *Contribuţii la purificarea nisipurilor cuarţoase utilizate în industria sticlei*

Sînt descrise cercetările, la scară pilot şi industrial, privind stabilirea unor reţete de reactivi de fabricaţie indigenă care să înlocuiască naftenatul de sodiu la purificarea prin flotaţie a nisipurilor cuarţoase utilizate în industria sticlei. Au fost stabilite patru reţete de reactivi care au fost brevetate şi care se aplică industrial, din anul 1981, cu bune rezultate.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 4, 1983

C.Z. 553.31:622.341.1

Almăşan, B. ş.a. *Aspecte privind mineralizaţia de fier din zona Dîlma Mare—Retezat (Valea Jiului de Vest)*

Pe baza unor cercetări geologice anterioare şi a noi date de teren, autorii prezintă complexul bazal a Seriei de Tulişa — purtător de mineralizaţii de fier din zona Dîlma Mare—Retezat. Conţinutul în fier, pe probe reprezentative, este cuprins între 8 şi 50%, iar testarea de valorificare pe un eşantion a dat un concentrat cu 62% Fe, sub 5% SiO_2, la o extracţie în fier de 82%.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 4, 1983

C.Z. 621.643:665.54

Posea, N., Anghel, Al. şi Dărvăreanu, Şt. *Analiza comportării dinamice a unor conducte tehnologice din rafinării*

Se exemplifică modul concret prin care s-a îmbunătăţit comportarea dinamică a unor sisteme de conducte din rafinării şi combinate petrochimice, prin modificarea caracteristicilor dinamice ale acestora.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 4, 1983

C.Z. 622.241:622.245.1/3

Calotă, N. *Cercetarea mişcării elastodinamice a sistemului IS—MT—S în timpul proceselor de manevră (II)*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 4, 1933

C.Z. 553.981:551.24:65.012.1:681.1

Oltean, F. E., Henţe, L. M., Petre, M. şi Dumitrescu, F. *Ecuaţii de stare în ingineria zăcămintelor de gaze (II)*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 4, 1983

CONTENTS

C.Z. 65.012.23 : 622.01

Duma, I. and Simijdean, I. *Substantiation criteria for scientific forecasts in the mining industry*

The authors stress that forecasts regarding the scientific research, the technological development and the technical progress in the mining industry is closely determined by the raw materials resources, by the present state and prospectives of technological development in the country and worldwide, by the world market conditions and by the rate-setting production levels.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 4, 1983

C.Z. 622.273.15

Matacă, E. et al. *The difficulty degree of the longwall technology*

The authors estimate the degree of difficulty which a technology can be faced with in a longwall face, as function of the action of several factors such as: mining depth, flooding degree, mining workings etc. The performance of a technology as against the degree of difficulty is measured by a bonity factor.

Mine, Petrol şi Gaze, vol 34, nr. 4, 1983

C.Z. 622.693.2 : 658.567 : 539.16

Catilina, R. et al. *Some geological, hydrogeological and mining aspects regarding the location and the construction of radioactive waste storage*

The authors present the necessary studies and research work, the approach ways and the conditions required by the location of a radioactive waste storage, taking into account the experience gained worldwide and locally.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 4, 1983

C.Z. 622.675.05 : 622.362 : 666.1

Orăscu, I. *Contributions to the purification of quartz sands in the glass industry*

The research work, on pilot and industrial scale, regarding the establishing of some reagent recipies of local manufacture meant to replace the natrium naphtenate in the purification by means of flotation of quartz sands used in the glass industry is presented. Four recipies were established and patented and are succesfully used in the industry since 1981.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 4, 1983

C.Z. 553.31 : 622.341.1

Almăşan, B. et al. *Aspects regarding the iron mineralization in the area Dîlma Mare—Retezat (Western Jiu Valley)*

Based on previous and new field data, the authors present the basal complex of the Tulişa series — bearer of iron mineralizations in the area Dîlma Mare—Retezat. The iron contents on representative samples, lies between 8 and 50 percent, and the turning to account test, on one sample, resulted in a concentrate with 62 percent Fe and less than 5 percent SiO_2, for a Fe extraction of 82 percent.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 4, 1983

C.Z. 621.643 : 665.54

Posea, N. et al. *Review of the dynamic behaviour of some process pipelines in refineries*

The authors outline the actual way in which the dynamic behaviour of some pipeline systems in refineries and petrochemical combines was improved by modifying their dynamic characteristics.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 4, 1983

C.Z. 622.24 : 622.245.1/3

Calotă, N. *Investigation of the elasto-dynamic movement of the IS—MT—S system during the manoeuvre processes (II)*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 4, 1983

C.Z. 553. 981: 551. 24 : 65.012.1 :681.1

Oltean, F. E. et al. *Equations of state in the engineering of state deposits (II)*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 4, 1983

СОДЕРЖАНИЕ

C.Z. 65.012.23 : 622.01

Дума, И. и Симиждян, И. *Критерии обоснования научных прогнозов в горнорудной промышленности*

Авторы отмечают, что разработка прогнозов научно-исследовательских работ, развития технологии и технического прогресса в горнорудной промышленности тесно связана с: сыръевой базой, состоянием и перспективами усовершенствования в СРР и за рубежом технологии, конъюнктурой мирового рынка и объемами производства.

Ключевые слова: прогноз, развитие горнорудной промышленности, сыръевая база, технологии, оборудование

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 4, 1983

C.Z. 622.273.15

Матака, Э., Михэицэ, Г. и Буйкэ, В. *Степень сложности применения очистных технологий в угольных забоях*

Авторы оценивают степень сложности возможного применения определенной технологии в очистном забое, в зависимости от влияния ряда факторов: глубина разработки, обводнение, горные работы и др. Показатели, полученные в результате применения в конкретных условиях сложности соответствующей технологии измеряются приоритетным коэффициентом.

Ключевые слова: очистные технологии, сложные условия залегания, показатели, приоритетный коэффициент

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 4, 1983

C.Z. 622.284.54 : 65.011.54

Скробан, А. и Нан, М. *Методы и средства испытания гидравлических стоек и цилиндров очистных механизированных крепей*

Представлены необходимость и методы, применяемые при испытании гидравлических стоек и цилиндров очистных механизированных крепей, способ проведения испытания в холостом ходу и стенд испытания.

Ключевые слова: испытание, очистная механизированная крепь, гидростойка, гидроцилиндр

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 4,1983

C.Z. 622.693.2 : 658.567 : 539.16

Катилина, Р., Буртик, Т. и Домокош, В. *Некоторые геологические и горные аспекты расположения и конструкции склада радиоактивных отходов*

Авторы представляют необходимые научно-исследовательские работы, пути технологического решения и условия, предъявляемые к расположению склада радиоактивных отходов, с учетом отечественного и мирового опыта.

Ключевые слова: склад радиоактивных отходов, место расположения, конструкция, факторы влияния.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 4, 1983

C.Z. 622.675.05 : 622.362 : 666.1

Орэску, И. *Вклад в обогащении кварцевых песков для стекольной промышленности*

Описаны исследовательские работы, проведенные в пилотных и промышленных условиях в целях получения отечественных реагентов, заменяющих нафтенат натрия при флотации кварцевых песков для стекольной промышленности. Были разработаны четыре рецепта получения реагентов, которые патентованы и применяются с хорошими результатами, в промышленном масштабе, начиная с 1981 г.

Ключевые слова: обогащение, кварцевый песок, стекольная промышленность, реагенты

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 4, 1983

C.Z. 553.31 : 622.341.1

Алмэшан, Б. и др. *Некоторые аспекты железорудного оруденения зоны Дылма Маре-Ретезат (Западная долина Жиу)*

На основе проведенных геологических исследований и новых данных полевых работ, авторы представляют базальную толщу ряда Тулиша, являющуюся носителем железорудной минерализации зоны Дылма Маре-Ретезат. Содержание железа, в представительных пробах, колеблется в пределах от 8 до 50%, а в результате исследования (на одной пробе) возможностей использования получен концентрат с содержанием Fe 62%, SiO_2 ниже 5%, при извлечении 82%.

Ключевые слова: железорудная минерализация, Дылма Маре-Ретезат, использование.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 4, 1983

C.Z. 621.643 : 665.54

Пося, Н., Ангел, А. и Дэрвэряну, Шт. *Анализ динамики технологического трубопровода нефтеперегоночных установок*

Приводится конкретный пример усовершенствования динамики систем трубопроводов нефтеперегоночных и нефтехимических предприятий путем изменения их динамических характеристик.

Ключевые слова: нефтепроводы, динамические характеристики

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 4, 1983

C.Z. 622.241 : 622.245.1/3

Калотэ, Н. *Изучение упругодинамического движения системы во время маневров (II)*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 4, 1983

C.Z. 553.981 : 551.24 : 65.012.1 : 681.1

Олтян, Ф. Е., Хенце, Л. М., Петре, М. и Думитреску, Ф. *Уравнения состояния в инженерном деле газовых месторождений (II)*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 4, 1983

SOMMAIRE

C.Z. 65.012.23 : 622.01

Duma, I. et Simijdean, I. *Critères de fondamentation des prognoses scientifiques dans l'industrie minière*

Les auteurs affirment que l'élaboration des prognoses de la recherche scientifiques, du développement technologique et du progrès technique dans l'industrie extractive est étroitement liée à la base de matières premières, au stade et aux perspectives d'amélioration des technologies dans notre pays et sur le plan mondial, à la conjecture du marché mondial et aux niveaux normatifs de la production.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 4, 1983

C.Z. 622.273.15

Matacă, E., Mihăiţă, Gh. et Buică, V. *Le degrée de difficulté de la technologie d'abattage*

Les auteurs estiment le degré de difficulté auquel une technologie peut être confrontée dans un abattage en fonction de l'action de plusieurs facteurs : la profondeur d'exploitation, le degré d'inondation, les travaux miniers etc. La performance d'une technologie par rapport à l'action des facteurs de difficulté este mesurée à l'aide d'un facteur de bonité.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 4, 1983

C.Z. 622.284.54 : 65.011.54

Scroban, Al. et Nan, M. *Méthodes et moyens d'essai des étançons et des cylindres hydrauliques destinés aux soutènements mécanisés d'abattage*

On présente la nécessité et les méthodes d'essai des étançons et des cylindres hydrauliques destinés aux soutènement mécanisés d'abattage, la méthodologie de l'essai au jour et le stand destiné à sa réalisation.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 4, 1983

C.Z. 622.693.2 : 658.567 : 539.16

Catilina, R., Burtic, Th. et Domocoş, V. *Quelques aspects géologiques, hydrogéologiques et miniers concernant l'emplacement et la construction d'un dépôt de déchets radioactifs*

Les auteurs présentent les études et les recherches nécessaires, les voies d'aborder et les conditions demandées par l'emplacement d'un dépôts de déchets radioactifs, vu l'expérience acquise sur le plan mondial, autant que celle personnelle.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 4, 1983

C.Z. 622.675.05 : 622.362 : 666.1

Orăscu, I. *Contribution à l'épuration des sables quartzeux utilisés dans l'industrie de verre*

On décrit les recherches, à l'échelle pilote et industrielle, sur l'établissement des réseaux de réactifs de fabrication indigène à même de remplacer le naphténate de sodium dans l'épuration par flottation des sables quartzeux utilisés dans l'industrie de verre. On a établi quatre recettes de réactifs qui ont été brevetés et qui s'appliquent dans l'industrie, depuis l'année 1981, avec de bons résultats.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 4, 1983

C.Z. 553.31 : 622.341.1

Almăşan, B. et al. *Aspects concernant la minéralisation de fer de la zone de Dilma Mare — Retezat (vallée du Jiul de Vest).*

A partir des recherches géologiques antérieures et de nouvelles données obtenues en terrain, les auteurs présentent le complexe basal de la série de Tulişa — renfermant des minéralisations de fer de la zone de Dilma Mare-Retezat. La teneur en fer, sur échantillons représentatifs, varie entre 8 et 50 %, et l'essai de valorisation sur un échantillon a donné un concentré avec 62 % Fe, moins de 5 % SiO_2, à une extraction de fer de 82 %.

Mine, Petrol si Gaze, vol. 34, nr. 4, 1983

C.Z. 621.643 : 665.54

Posea, N., Anghel, Al. et Dărvăreanu, Şt. *L'analyse du comportement dynamique des conduits technologiques des raffineries*

Il est illustré le mode concrète d'amélioration du comportement dynamique des systèmes de conduits des raffineries et des combinates pétrochimiques, par la modification de leurs caractéristiques dynamiques.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 4, 1983

C.Z. 622.241 : 622.245.1/3

Calotă, N. *La recherche du mouvement élastodynamique du système IS—MT— S pendant des processus de manoeuvre (II)*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 4, 1983

C.Z. 553.981 : 551.24 : 65.012.1 : 681.1

Oltean, F. E., Henţe, L. M., Petre, M. et Dumitrescu, F. *Equations d'état dans l'inginérie des gisements des gaz (II).*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 4, 1983

INHALT

C.Z. 65.012.23 : 622.01

Duma, I. und Simijdean, I. *Begründungskriterien der wissenschaftlichen Prognosen in der Bergbauindustrie*

Die Verfasser behaupten dass die Erarbeitung von Prognosen für die wissenschaftliche Forschung, die technologische Entwicklung und den technischen Fortschritt in der Bergbauindustrie von dem Rohstoffstock, dem Stand und den Perspektiven der Technologieverbesserung im Lande und weltweit, der Konjunktur des Weltmarktes und den normierenden Produktionsniveaus abhängen.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 4, 1983

C.Z. 622.273.15

Mataca, E. et al. *Schwierigkeitsgrad der Abbautechnologie*

Die Verfasser schätzen den Schwierigkeitsgrad ein, welchen eine Abbautechnologie, als Folge der Wirkung mehrerer Faktoren treffen kann, u. zwar: Abbauteufe, Verwässerungsgrad, bergbaulichen Arbeiten, etc. Die Performanz einer Technologie gegenüber die Wirkung der Schwierigkeitsfaktoren wird durch einen Bonitätsfaktor gemessen.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 4, 1983

C.Z. 622.284.54 : 65.011.54

Scroban, Al. und Nan, M. *Versuchsmethoden und-mittel der Hydraulischen Stempel und Zylinder für Strebausbauausrüstungen*

Vorgestellt werden die Notwendigkeit und die Versuchsmethoden der hydraulischen Stempel und Zylinder für Strebausbauausrüstungen, die Methodologie der Leerlaufversuche und der zu diesem Zweck bestimmte Prüfstand.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 4, 1983

C.Z. 622.693.2 : 658.567 : 539.16

Catilina, R. et al. *Einige geologischen, hydrogeologischen und bergbaulichen Aspekte betreffend die Stellung und die Konstruktion eines Lagers fur radioaktive Abfälle*

Die Verfasser stellen die notwendigen Studien und Untersuchungen, die Auslegungen und die zur Anordnung eines Lagers für radioaktive Abfälle vorgeschriebenen Bedingungen, auf Grund der weltweit gewonnenen und der eigenen Erfahrungen, vor.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 4, 1983

C.Z. 622.675.05 : 622.362 : 666.1

Orăscu, I. *Beitragungen zur Reinigung der in der Glasindustrie benutzten Quartzsande*

Beschrieben werden die in Pilotanlagen durchgeführten und industriellen Untersuchungen betreffend die Festlegung von Rezepten von Reagenten inlandischer Fabrikation als Ersatz des Natriumnaphtenates, in der Reinigung durch Flotation der in der Glasindustrie benutzten Quartzsande. Festgelegt wurden vier Reagentrezepte, welche patentiert und ab 1981, mit guten Ergebnissen, industriell angewendet wurden.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 4, 1983

C.Z. 553.31 : 622.341.1

Almăşan, B. et al. *Aspekte der Eisenmineralisation in dem Bereich Dilma Mare—Retezat (Westen Jiul Tal)*

Auf Grund der vorherigen geologischen Untersuchungen und neuen Feldangaben, stellen die Verfasser den Basalkomplex der Tulişa—Serie Träger von Eisenmineralisationen in dem Bereich Dilma Mare—Retezat vor. Das Eisengehalt, auf repräsentativen Proben, liegt zwischen 8 und 50% und die Auswertungsprüfung, auf einem Muster, hat einen Konzentrat mit 62 % Fe, weniger als 5% SiO_2, bei einem Fe-Ausbringen von 82%, ergeben.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 4, 1983

C.Z. 621.643 : 665.54

Posea, N. et al. *Überprüfung des dynamischen Verhalten einiger Prozessleitungen in Raffinerien*

Vorgestellt wird die konkrete Verbesserung des dynamischen Verhaltens einiger Rohrleitungssysteme in Raffinerien und petrochemischen Kombinaten durch die Änderung derer dynamischen Eigenschaften.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 4, 1983

C.Z. 622.241 : 622.245.1/3

Calotă, N. *Untersuchung der elasto-dynamischen Bewegung des IS—MT—S Systems während der Manövrierungsprozesse (II)*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 4, 1983

C.Z. 553.981 : 551.24 : 65.012.1 : 681.1

Oltean, F. E. et al. *Zustandsgleichung in der Ingenieurwissenschaft der Zustandslagerstätten (II)*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 4, 1983

Revista MINE, PETROL şi GAZE este editată de Oficiul de informare documentară pentru industria minieră, Bucureşti, Calea Victoriei 220, sector I, cod. 71104. C.P. 22—146, telefon 59.29.75.
Tiparul: Intreprinderea poligrafică „Informaţia" str. Brezoianu nr. 23—25 Bucureşti c. 1276

Preţul: 13 lei/exemplar

Corector: Cornelia Popa

Grafica: A. Socaciu

c. 1276

43 103

Cinstire muncii rodnice

Sîmbătă, 26 martie 1983, în cadrul unei solemnităţi care a avut loc la Palatul Marii Adunări Naţionale, tovarăşul **Nicolae Ceauşescu**, secretarul general al Partidului Comunist Român, preşedintele Republicii Socialiste România, a înmînat înalte distincţii ale Republicii Socialiste România unor organizaţii judeţene de partid, consilii populare, întreprinderi şi centrale industriale, unităţii agricole şi silvice, de construcţii, unităţi din domeniul transporturilor şi telecomunicaţiilor, circulaţiei mărfurilor, de gospodărire comunală şi prestări de servicii, institute de cercetare, proiectare şi inginerie tehnologică, pentru realizările deosebite obţinute în anul 1982 în îndeplinirea şi depăşirea planului naţional unic de dezvoltare economico-socială şi a angajamentelor asumate în întrecerea socialistă.

Înaltă cinstire adusă hărniciei, spiritului de iniţiativă şi dăruirii exemplare, conferirea, prin Decret prezidenţial, a unor prestigioase ordine şi titluri ale Republicii Socialiste România, reprezintă o grăitoare mărturie a preţuirii deosebite pe care partidul şi statul, tovarăşul **Nicolae Ceauşescu**, o acordă muncii pline de abnegaţie şi devotament desfăşurată în cursul anului trecut de clasa muncitoare, ţărănime şi intelectualitate, de toţi oamenii muncii din unităţile evidenţiate pentru îndeplinirea ritmică şi la un nivel calitativ superior a sarcinilor de plan, constituind, totodată, un puternic imbold pentru o activitate mai susţinută în acest an şi în întregul cincinal.

Astfel, din industria extractivă minieră şi petrolieră şi din activitatea geologică au fost distinse următoarele unităţi.

„*Ordinul Muncii*" cl. I pentru locul I:

1. Mina Filipeşti de Pădure, judeţul Prahova
2. Exploatarea minieră Cavnic, judeţul Maramureş
3. Schela de foraj-extracţie Marghiţa, judeţul Bihor

„*Ordinul Muncii*" cl. a II-a pentru locul II:

1. Întreprinderea minieră Comăneşti, judeţul Bacău
2. Centrala Sării şi Nemetaliferelor
3. Schela de foraj Tîrgu Ocna, judeţul Bacău
4. Întreprinderea de prospecţiuni şi explorări geologice Cîmpulung Moldovenesc, judeţul Suceava

„*Ordinul Muncii*" cl. a III-a pentru locul III

1. Exploatarea minieră Fundu Moldovei, judeţul Suceava
2. Schela de extracţie Tîrgovişte, judeţul Dîmboviţa

Ordinul „*Meritul Ştiinţific*" cl. I pentru locul I

1. Institutul de cercetări şi proiectări pentru minereuri neferoase Baia Mare, judeţul Maramureş

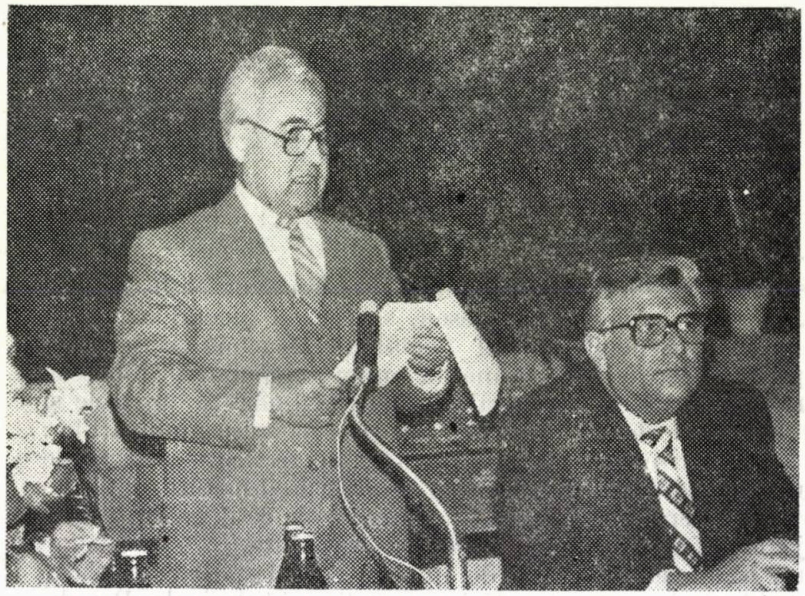
Ordinul „*Meritul Ştiinţific*" cl. a II-a pentru locul II.

1. Institutul de cercetări şi proiectări pentru petrol şi gaze Cîmpina, judeţul Prahova.

★

În numele Comitetului Central al Partidului, al Consiliului de Stat şi al Guvernului, tovarăşul **Nicolae Ceauşescu** a adresat cele mai calde felicitări tuturor judeţelor şi colectivelor de oameni ai muncii din toate domeniile pentru înaltele distincţii

începînd cu „Erou al muncii Socialiste", cu diverse ordine clasa I şi alte clase pentru rezultatele obţinute în anul 1982 şi îndemnul ca în 1983 să se obţină rezultate tot mai însemnate în toate sectoarele, să se realizeze în toate domeniile de activitate planurile, în bune condiţii, inclusiv să se intensifice munca politico educativă de formare a omului nou constructor conştient al socialismului.



★

Festivitatea de decernare a *„Ordinului Muncii"* clasa a II-a pentru locul II Centralei Sării şi Nemetaliferelor a avut loc la Întreprinderea minieră Orşova, în ziua de 14 aprilie 1983. La această importantă manifestare au participat delegaţi de la toate întreprinderile pendinte de centrală, precum şi numeroşi invitaţi.

Decernarea înaltei distincţii a avut loc la Casa de Cultură din oraşul Orşova, în cadrul unei adunări festive, onorată de prezenţa ministrului minelor, inginer Ion Lăzărescu.

Prezidiul adunării a avut următoarea componenţă: ing. Ion Lăzărescu, ministrul minelor, Petre Furdui, preşedintele Uniunii Sindicatelor din ramura mine-petrol-geologie-energie electrică; ing. Păun Codrescu, directorul general al Centralei Sării şi Nemetaliferelor; ing. Ion Călinescu, adjunct şef de secţie la U.G.S.R.; ing. Gh. Codreanu, secretar de stat la Comitetul de Stat al Planificării; ing. Cleopatra Ileana Costin, preşedintele Comisiei Organizaţiei Sindicale din cadrul C.S.N.; ing. Alexandrina Hoară, secretarul B.O.B. din cadrul C.S.N.; Nicolae Stolopescu, secretarul comitetului orăşenesc P.C.R. Orşova; ing. Simion Boarnă, directorul I. M. Orşova, ing. Aurel Stanciu, C.M. Cluj şi Circiu Sabina, muncitoare la I. M. Orşova.

După deschiderea adunării festive de către ing. Cleopatra Ileana Costin, a luat cuvîntul ing. P. Codrescu, directorul general al C.S.N., care, în numele adunării generale, a exprimat cele mai vii mulţumiri şi profunda recunoştinţă conducătorului partidului şi statului nostru, tovarăşul **Nicolae Ceauşescu**, minerul nostru de onoare, care desfăşoară o activitate neobosită consacrată dezvoltării industriei miniere, propăşirii României socialiste.

„În bilanţul rezultatelor obţinute pe ansamblul centralei se regăsesc eforturile întregului colectiv de oameni ai muncii din unităţile componente care, acţionînd sub conducerea organelor şi organizaţiilor de partid, au obţinut depăşiri substanţiale la sarcinile de plan. În anul care a trecut planul producţiei nete a fost îndeplinit în proporţie de 101,2 %, cu o depăşire de peste 14,6 mil. lei, iar la producţia marfă cu 37 mil. lei, ceea ce ne-a permis să livrăm suplimentar economiei naţionale importante cantităţi de produse. ... Productivitatea muncii a fost depăşită cu 1082 lei/persoană, iar cheltuielile la 1 000 lei producţie marfă au fost reduse cu 11 lei.....

S-au iniţiat acţiuni pentru introducerea progresului tehnic în vederea valorificării superioare a substanţelor minerale nemetalifere, asimilării unor produse noi, vizînd şi înlocuirea importurilor.....

După cum vă este cunoscut, indicatorii de plan pe anul 1983 prezintă creşteri substanţiale faţă de realizările anului 1982, dar măsurile stabilite şi realizările înregistrate în primul trimestru asigură îndeplinirea acestora. Pentru pregătirea îndeplinirii planului pe anul 1983, Centrala Sării şi Nemetaliferelor a trecut la o examinare amănunţită a situaţiei din fiecare mină, carieră sau uzină de preparare pentru a se depista toate posibilităţile de asigurare a economiei naţionale cu produsele nemetalifere la parametrii calitativi solicitaţi. De asemenea, în baza indicaţiilor primite din partea conducerii superioare de partid s-au stabilit măsuri şi s-a trecut la aplicarea noului program de lucru, asigurîndu-se o mai deplină folosire a capacităţilor de producţie şi condiţii mai bune pentru refacerea forţei de muncă.

O problemă deosebit de importantă, care stă în atenţia noastră, se referă la crearea cadrului organizatoric adecvat necesar pentru conducerea competentă, operativă şi directă a activităţii de producţie, reducerea verigilor intermediare, creşterea ponderii personalului de la locurile de muncă direct productive. Apreciem că programul privind perfecţionarea retribuţiei oamenilor muncii, supus dezbaterii publice, va asigura îmbunătăţirea activităţii şi în sectorul nostru, îmbinînd interesele producţiei cu acelea ale personalului muncitor.

În spiritul hotărîrilor de partid, privind noul mecanism economico-financiar, anul 1983 trebuie să marcheze, la toate unităţile, o îmbunătăţire mai accentuată a eficienţei economice şi o cotitură radicală în activitatea economico-financiară, astfel ca toate produsele şi toate activităţile să fie rentabile. În acest context, se mpune să ne preocupăm cu toată răspunderea de aplicarea măsurilor stabilite privind reducerea consumurilor specifice de materiale şi, în special, a celor energetice, creşterea productivităţii muncii, reducerea, în continuare, a personalului indirect productiv din subteran şi de la suprafaţă, creşterea indicilor de utilizare a maşinilor, instalaţiilor şi evitarea cheltuielilor neeconomicoase. Pentru îndeplinirea acestor obiective este necesar să folosim mai bine personalul tehnic şi de specialitate; în mod deosebit specialiştii din cadrul Institutului de cercetări şi proiectări miniere pentru substanţe nemetalifere trebuie să aducă un aport mai substanţial la îmbunătăţirea tehnologiilor de exploatare şi preparare, asimilarea de noi produse, valorificarea complexă a zăcămintelor de substanţe minerale utile, precum şi în atingerea parametrilor proiectaţi la obiectivele puse în funcţiune. Va trebui să ne concentrăm eforturile pentru producerea unor cantităţi mai mari de argilă refractară, caolin, bentonită, grafit, cretă etc. de sortimente superioare din punct de vedere calitativ. Acoperirea valorică a planului s-o realizăm prin produse solicitate de economia naţională.

O sarcină deosebită pusă în faţa noastră de conducerea de partid trebuie s-o constituie preocuparea pentru recuperarea, recondiţionarea şi refolosirea materialelor, a pieselor de schimb şi subansamblelor, domeniu în care avem un cîmp larg de acţiune. Este necesar să acţionăm pentru întărirea disciplinei şi ordinii, a spiritului de răspundere la toate nivelele de organizare şi în toate sectoarele de activitate.

Permiteți-mi să adresez mulțumiri tuturor organelor și organizațiilor pe raza cărora ne desfășurăm activitatea, conducerii Ministerului Minelor, Uniunii Generale a Sindicatelor din România, Uniunii sindicatelor din întreprinderile miniere, petrol, geologie și energie electrică și organelor de sinteză pentru sprijinul acordat în cursul anului 1982 și să-i rugăm ca și în continuare să ne acorde același ajutor și sprijin pentru soluționarea problemelor care condiționează realizarea planului pe anul în curs.

Doresc să asigur conducerea superioară de partid, conducerea ministerului nostru că minerii din sectorul substanțelor nemetalifere își vor consacra toate eforturile, întreaga lor capacitate, putere de muncă și competență profesională pentru îndeplinirea neabătută a programului partidului de creștere neîncetată a producției de materii prime minerale aducîndu-ne, în acest mod, contribuția la asigurarea independenței de materii prime a țării".

★

Toți cei care au luat cuvîntul s-au angajat, în numele colectivelor din care fac parte, să muncească și pe viitor cu aceeași abnegație, dăruire de sine, asigurînd conducerea superioară de partid și de stat de totalul lor atașament la politica internă a statului nostru, la îndeplinirea tuturor indicațiilor privind realizarea sarcinilor care le revin.

În încheierea adunării a luat cuvîntul tovarășul ing. Ion Lăzărescu, ministrul minelor, care, în numele conducerii Ministerului Minelor, a felicitat călduros Centrala Sării și Nemetaliferelor pentru locul II ocupat în întrecerea pe anul 1982, urînd tuturor lucrătorilor din sectorul nemetaliferelor succese tot mai mari și indicîndu-le liniile directoare pentru realizarea planului pe anul 1983.

Criterii de fundamentare a prognozelor ştiinţifice în industria extractivă

Ing. **I. Duma**
mat. **M. Bogdan**
I.C.P.M.N. Baia Mare

econ. **I. Simijdean**
E.M. Herja

I. Introducere

Activitatea de prognozare a ştiinţei şi tehnologiei în industria extractivă ridică o serie de probleme care derivă din specificul acesteia, din modul de intercondiţionare a principalelor domenii cuprinse în aceasta. Specificul acestei activităţi capătă noi valenţe în condiţiile trece i la o nouă calitate, problema valorificării c lexe a bazei de materie primă constituind un obiectiv de cea mai mare importanţă pentru industria extractivă, prognozarea dezvoltării ştiinţei şi tehnologiei fiind practic subordonată acestui obiectiv prioritar.

Astfel, activitatea de extracţie este influenţată, într-o măsură destul de mare, de factorii naturali, iar interconectarea sa cu fazele următoare de prelucrare a minereurilor face ca influenţa factorilor naturali să se manifeste, atît în preparare, cît şi în fazele următoare de prelucrare.

Ca urmare, în elaborarea prognozelor de dezvoltare a ştiinţei şi tehnologiei este necesar să se aibă în vedere un sistem de prognoze care condiţionează dezvoltarea ştiinţei şi tehnologiei în industria extractivă:

— prognoza cererii de metale;
— prognoza preţurilor metalelor;
— prognoza limitelor de rentabilitate;
— prognoza bazei de materie primă;
— prognoza principalilor indicatori.

Modul de intercondiţionare a acestor prognoze între ele şi cu alte domenii de activitate reiese din figura 1. Fundamentarea ştiinţifică a acestor prognoze, prin indicatorii prognozaţi în ele, asigură fundamentarea ştiinţifică a prognozei dezvoltării ştiinţei şi tehnologiei în domeniul industriei extractive.

În acest sistem de prognoze sînt cuprinşi factorii care determină dezvoltarea ştiinţei şi tehnologiei în domeniul industriei extractive şi se referă, în principal, la următoarele categorii:

— factori de natură tehnologică şi bază de materie primă;
— factori de natură economico-socială;
— factori de conjunctură internaţională.

Desigur că aceşti factori nu trebuie priviţi independent, ci intercondiţionîndu-se reciproc şi determinînd, datorită acestor intercondiţionări, dezvoltări mai rapide sau mai lente a unor elemente componente ale prognozelor de dezvoltare a ştiinţei şi tehnologiei.

Astfel, factorii de natură tehnologică, care se referă la stadiul de dezvoltare a tehnicii şi tehnologiei în acest domeniu, alături de cei privind preţul metalelor, cererea de metale, indicatorii tehnico-economici normativi de realizat şi obiectivele economico-sociale determină

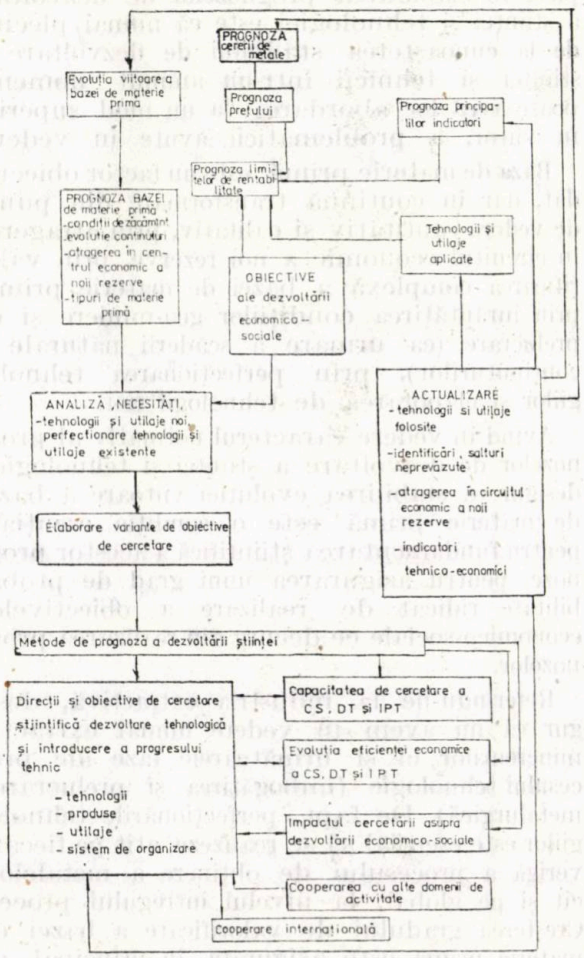


Fig. 1

limitele de rentabilitate pentru zăcăminte care, în ultimă instanţă, determină cantitatea şi calitatea rezervelor şi care sînt fundamentate în prognoza limitelor de rentabilitate şi prognoza bazei de materie primă.

Continuînd ideea începută, factorii de conjunctură internaţională — cererea şi oferta de anumite metale neferoase — influenţează preţurile metalelor care, aşa cum am arătat, sînt factori ce influenţează limitele de renta-

bilitate și, în consecință, cantitatea materiei prime ce va fi prelucrată în viitor.

În cele ce urmează vom încerca o analiză a principalilor factori ce trebuie avuți în vedere la fundamentarea prognozelor în domeniul industriei extractive.

II. Factori de natură tehnologică și baza de materie prime

Acești factori constituie baza de plecare pentru determinarea posibilităților de dezvoltare a științei și tehnologiei în industria extractivă. Motivul pentru care acești factori constituie baza de la care considerăm necesar să se plece în elaborarea prognozelor de dezvoltare a științei și tehnologiei este că numai plecînd de la cunoașterea stadiului de dezvoltare a științei și tehnicii într-un anumit domeniu poate avea loc abordarea, la un mod superior în viitor, a problematicii avute în vedere.

Baza de materie primă este un factor obiectiv dat, dar în continuă transformare din punct de vedere cantitativ și calitativ, prin atragerea în circuitul economic a noi rezerve, prin valorificarea complexă a bazei de materie primă, prin înrăutățirea condițiilor geo-miniere și de prelucrare (ca urmare a scăderii naturale a conținuturilor), prin perfecționarea tehnologiilor și elaborarea de tehnologii noi.

Avînd în vedere caracterul normativ al prognozelor de dezvoltare a științei și tehnologiei, desigur că stabilirea evoluției viitoare a bazei de materie primă este o condiție esențială pentru fundamentarea științifică a acestor prognoze, pentru asigurarea unui grad de probabilitate ridicat de realizare a obiectivelor economico-sociale ce decurg din realizarea prognozelor.

Referindu-ne la industria extractivă, desigur că nu avem în vedere numai extracția minereurilor ci și următoarele faze ale procesului tehnologic (îmbogățirea și prelucrarea metalurgică). De fapt, perfecționările tehnologiilor este esențial să se realizeze, atît pe fiecare verigă a procesului de obținere a metalelor, cît și pe global, la nivelul întregului proces. Creșterea gradului de valorificare a bazei de materie primă este asigurată, în principal, ca urmare a îmbinării realiste a perfecționărilor tehnologice și tehnice a fiecărei faze ale procesului cu perfecționările ce se realizează la nivel global (integrat) și, în consecință, necesitatea prevederii lor în prognoza dezvoltării științei și tehnicii. Privite din acest punct de vedere, este evident faptul că prognozele din domeniul prelucrării minereurilor sînt influențate de baza de materii prime, pe de o parte, și determină transformarea cantitativă și calitativă a acesteia, pe de altă parte, ca urmare a perfecționărilor prognozate în cadrul acestora.

Acesta este motivul pentru care considerăm că prognozele de prelucrare a materiilor prime este necesar să fie elaborate în strînsă legătură cu prognoza bazei de materie primă, deoarece există o conexiune inversă între cantitatea și calitatea materiei prime și perfecționările tehnologiilor și tehnicii de extracție și prelucrare a acesteia.

Privitor la stadiul de dezvoltare a științei și tehnicii este necesar să se aibă în vedere, atît stadiul acestora la nivel național, cît și pe plan mondial în țările dezvoltate și cu tehnologii de vîrf în domeniul industriei extractive. De asemenea, este necesar să se țină seama, la elaborarea prognozelor, de ritmul de perfecționare a tehnologiilor și tehnicii în acest domeniu, precum și în alte domenii ce pot influența pozitiv dezvoltarea științei și tehnicii în domeniul industriei extractive.

III. Factori de natură economico-socială

Fundamentarea prognozelor de dezvoltare a științei și tehnicii este necesar să se realizeze și din punct de vedere economic și social. Factorii de natură economică și socială trebuie priviți în interdependența lor la nivelul economiei naționale.

Indicatorii economici și necesitățile economiei naționale determină, în perspectivă, atragerea în circuitul economic a unor rezerve tot mai sărace de minereuri neferoase. Aceasta presupune ca direcțiile de dezvoltare a științei și tehnicii să fie canalizate spre valorificarea superioară a bazei de materii prime, în condiții de eficiență economică.

Specific industriei extractive este faptul că perfecționările de tehnologii prognozate la nivelul tuturor fazelor tehnologice este necesar să anihileze scăderea naturală a conținuturilor și exploatarea zăcămintelor de minereuri în condiții grele de zăcămînt.

Desigur că aceasta presupune elaborarea unor tehnologii perfecționate care să prezinte avantaje tehnice, pe de o parte, și din punctul de vedere al eficienței economice, pe de altă parte.

Factorii de natură economică cei mai importanți sînt de fapt *nivelele normative* necesare de atins, nivele care însă sînt destul de dificil de determinat și uneori chiar de prevăzut, datorită faptului că ele pot fi influențate de o multitudine de factori politico-economici greu de cuantificat și estimat, mai ales în ceea ce privește evoluția lor viitoare.

Industria extractivă fiind ramură a economiei care, în general, generează poluări ale mediului înconjurător, desigur că factorii de natură socială necesari a fi avuți în vedere la elaborarea prognozelor de dezvoltare a științei și tehnicii sînt cei care privesc poluarea mediului înconjurător, preocupare care ar fi

necesar să se regăsească în toate lucrările de prognoză.

IV Factori de conjunctură internațională

Aceștia se referă, în principal, la nivelul de dezvoltare a științei și tehnicii pe plan mondial în domeniul respectiv, precum și la evoluția prețurilor pentru materia primă și produsele industriei extractive.

Referitor la nivelul de dezvoltare a științei pe plan mondial, din analiza stadiului și a perspectivelor de dezvoltare a științei în țările dezvoltate, se pot contura direcții de dezvoltare a științei și tehnologiei la nivelul țării noastre cu adaptările necesare specificului bazei de materie primă.

În condițiile crizei mondiale de materii prime, în general, se constată o anumită creștere a prețurilor la produsele industriei extractive. Acestea, alături de alte elemente, determină rentabilitatea din punct de vedere economic a unor rezerve sărace, care nu au fost valorificate pînă în prezent. Ca urmare, cercetarea tehnologică este orientată spre valorificarea unor astfel de rezerve, spre recuperarea din deșeuri a unor metale, spre reconsiderarea unor tehnologii.

Confirmarea sau infirmarea conjuncturală poate avea efecte, atît asupra direcțiilor de cercetare stabilite în prognoze, cît și în ceea ce privește dezvoltarea tehnologică.

De aceea, acești factori conjuncturali sînt cei care fac necesară reactualizarea periodică a prognozelor, reconsiderarea unor estimări făcute, ajustarea lor la noile condiții create.

În concluzie, elaborarea prognozelor cercetării științifice, dezvoltării tehnologice și progresului tehnic în domeniul industriei extractive este strîns legată de baza de materii prime, de stadiul și perspectivele de perfecționare a tehnologiilor în țară și pe plan mondial, de conjunctura pieții mondiale și de nivelele normative ale producției.

Pentru ca fundamentarea prognozelor de dezvoltare a științei și tehnicii să fie făcută cît mai științific, considerăm necesar ca aceste prognoze să fie precedate pentru industria extractivă de o prognoză a bazei de materii prime, aceasta fiind baza reală de plecare în determinarea direcțiilor principale de dezvoltare a științei, tehnicii și tehnologiei în acest domeniu.

Bibliografie

[1] Ceaușescu, N. *Raport la cel de-al XII-lea Congres al Partidului Comunist Român.*

[2] Ceaușescu, N. *Cuvîntare la Consfătuirea de lucru de la C.C. al P.C.R.*, 29 ianuarie, 1983.

[3] * * * *Metalli nonferrosi.* Samin, statistiche 1979, Roma, 1980.

[4] Ilie, P. *Regimuri de preparare a substanțelor minerale utile.* Ed. tehnică, București, 1978.

[5] Duma, S., Zorilescu, D. *Prognoza resurselor de materii prime minerale.* Ed. tehnică, București, 1975.

[6] * * * *Guide to Science and Technology in the U.S.A., U.S.S.R., U.K., Asia, Eastern Europe.* Ed. Francis Hodgson, 1979.

[7] * * * *Sinteza prognozei CS, DT și IPT în domeniul metalurgiei neferoase.* Studiu I.C.P.M.N. Baia Mare, 1979.

[8] * * * *Prognoza dezvoltării științei, tehnicii și tehnologiei în domeniul metalurgiei neferoase la nivel CAER.* R. P. Polonă, 1977.

[9] * * * *Prognoza dezvoltării științei, tehnologiei și progresului tehnic în domeniul extracției, preparării și metalurgiei neferoase.* Studiu I.C.P.M.N. Baia Mare, 1979.

[10] Apostol, Gh. *Realizări, tendințe și tehnologii noi în valorificarea unor substanțe minerale utile.* Ed. tehnică, București, 1978.

Gradul de dificultate al tehnologiei de abataj

Dr. ing. **E. Matacă,**
I.C.I.T.P.M.L. Craiova
dr. ing. **Gh. Mihăiță**
Universitatea Craiova
ing. **V. Bulcă**
I.C.I.T.P.M.L. Craiova

Introducere

Rezultatele inconstante obținute în practica exploatării zăcămintelor de lignit din Oltenia, unele realizări deosebite dar și scăderile capacităților de producție, au determinat o serie de analize și studii, din care rezultă că încercarea de a simplifica cauzalitatea dificultăților de exploatare la un singur factor, cum ar fi grosimea copertei, conținutul de apă al zăcămîntului sau competența limitată, este nereală, tocmai datorită faptului că se pot găsi oricînd numeroase exemple care să demonstreze contrariul.

În fond, pe proiectantul tehnologiei de exploatare și pe conducătorul minei îl interesează mai puțin teoria asupra regimului de presiune și, în primul rînd, o serie de argumente practice care să-i servească la elaborarea deciziei de adoptare a unei tehnologii de susținere coroborate cu restul caracteristicilor minei,

avînd anumite performanţe, cunoscînd că de nivelul acestora depind costurile de achiziţie şi de exploatare ale utilajelor.

Din acest considerent introducem o noţiune nouă, anume: „gradul de dificultate al tehnologiei de abataj", ca un complex de factori favorizanţi şi defavorizanţi a căror putere sau coeficienţi de determinaţie se calculează printr-o metodă matematică, utilizînd date statistice comparate cu rezultatele din practica exploatării.

În lucrarea de faţă, funcţie de cercetările anterioare privind regimul de presiune în abataj, au fost luaţi în considerare 10 factori de influenţă asupra gradului de dificultate al abatajului şi anume.

Adîncimea de exploatare, factor extrem de controversat, maximizat pînă la singularizare sau minimizat pînă la anulare, datorită punctului de vedere care este luat în consideraţie.

În principal, creşterea adîncimii de exploatare influenţează direct presiunea de reazem *Pr* în faţa frontului, avînd în vedere relaţia:

$$Pr = 2\gamma H.$$

Crescînd presiunea de reazem, apare accentuarea fenomenologiei din zona frontului (fig. 1)

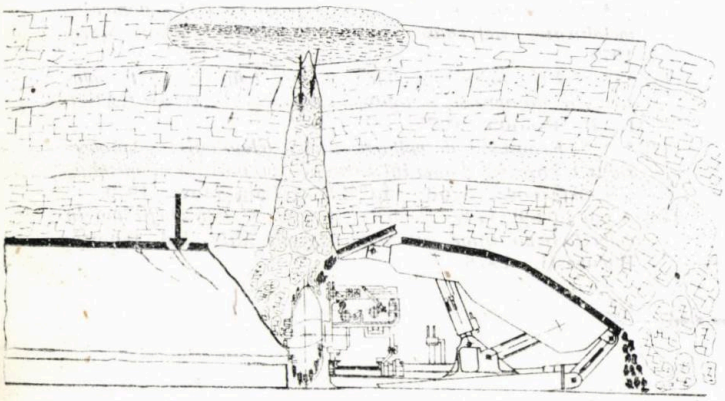


Fig. 1. Fenomenologia regimului presiunii miniere în cazul unei presiuni de reazem mari datorate creşterii adîncimii de exploatare.

şi anume deblocarea cărbunelui pe adîncimi din ce în ce mai mari, urmată de fluajul acoperişului către zona de surpare dirijată şi, în unele cazuri, către spaţiile libere nesusţinute în faţa susţinerii de abataj.

La un moment dat se modifică modul de transmitere a tensiunilor de la front către spaţiul exploatat, creîndu-se discontinuităţi în faţa susţinerii şi inversări ale curgerii rocilor.

Apariţia a numeroase surpări în abataj (care caracterizează fenomenul descris mai sus) cu lăţimi foarte mici la bază, dar cu înălţimi mari în acoperişul abatajului, putînd întîlni lentile acvifere pe care le pun în directă legătură cu abatajul (fig. 1), conduc la înrăutăţirea stării tehnice a acestuia, chiar dacă presiunea pe secţiile de susţinere nu creşte exagerat.

Gradul de dificultate a abatajului în legătură directă cu creşterea adîncimii de exploatare, indiferent de presiunea efectivă măsurată pe susţinere, se caracterizează prin:

- ruperea acoperişului pe lungimea frontului, pe zone mari de abataj, cu cedarea susţinerii;
- surpări caracteristice sub formă de pană, cu lăţimea mică şi înălţimea mare pe linia frontului (fig. 2);

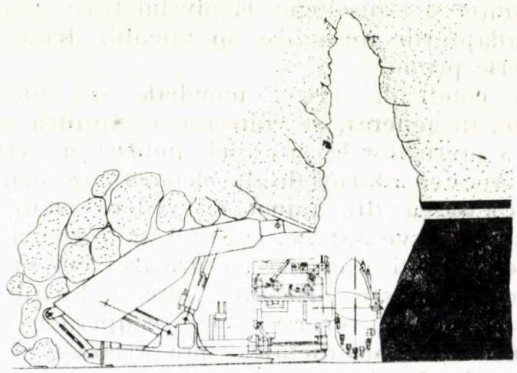


Fig. 2. Surparea caracteristică a acoperişurilor formate din nisip

- adîncimi mari de deblocare a frontului în faţa liniei de tăiere (fig. 3);
- punerea în circulaţie a lentilelor acvifere din acoperiş pe aceste rupturi, chiar deasupra transportorului, combinei, instalaţiei electrice, hidraulice etc.;
- penetrarea culcuşului de către tălpile susţinerii datorită înmuierii vetrei sau concentrării de tensiuni la vîrful tălpii (fig. 4).

Un abataj cu surpări, cu apă, cu instrumentaţii pentru susţinerea suplimentară a spaţiului dezvelit prin deblocarea cărbunelui, poate

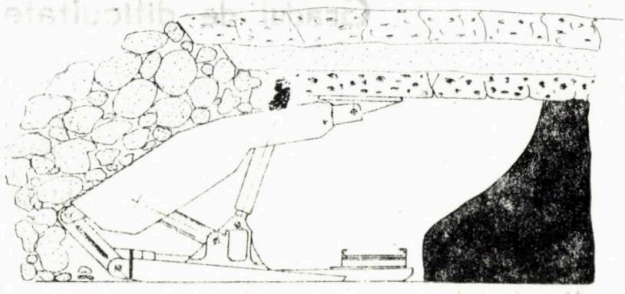


Fig. 3. Dezvelirea acoperişului ca urmare a deblocării frontului

uşor să intre în dificultate, chiar dacă nu înregistrează presiuni exagerate pe stîlpii de susţinere (fig. 4). Prin urmare, soluţia urmărită nu va consta în mărirea portanţei, ci în adaptarea construcţiei susţinerii la instabili-

tatea frontului sau acoperișului, creșterea puterii transportorului, dotarea cu pompe de noroi etc.

Pentru a stabili dependența gradului de dificultate al abatajului, funcție de adîncimea de exploatare, au fost analizați indicatorii obținuți (producție, productivitate, viteză de avansare) în 3 800 cazuri în bazinele miniere Motru și Jilț, trasîndu-se pe o diagramă norul de puncte corespunzător.

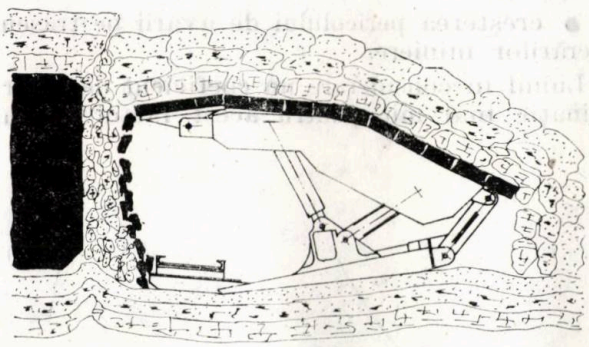


Fig. 4. Strivirea și penetrarea vetrei de către talpa susținerii

Funcție de aceste date, dar și de experiența în producție, s-a trasat diagrama din figura 5, luînd un coeficient de determinație parțială al factorului grosimea copertei de 10%.

Grosimea copertei. Analizînd datele și diagrama din figura 5, rezultă următoarele.

— La coperte foarte mici, sub 10 m, înregistrate accidental pe zone reduse de exploatare, dificultățile au fost, în multe cazuri, datorate instabilității terenului în apropierea solului, dar și degradării cărbunelui la contactul cu aerul și apele de precipitații.

— Între 10 și 20 m, dificultățile sînt foarte mici (cu rare excepții), în principal datorită inexistenței fenomenului de deblocare a frontului și se mențin ușor crescătoare pînă la adîncimea de 40 m.

— De la 60 m, problemele încep să se complice, curba *GH* atingînd o creștere maximă la 80 m, urmare a intensificării presiunilor miniere, în special a presiunii de reazem, urmînd o creștere oarecum constantă pînă la 140 m, unde se presupune o aplatizare a curbei datorită creșterii rezistențelor rocilor în adîncime.

Expresia matematică a acestei complicate diagrame a fost stabilită cu ajutorul metodei polinoamelor lui Cebîșev și are forma:

$$GH = 0{,}85125 \cdot 10^{-10}H^5 - 8{,}629 \cdot 10^{-8}H^4 + $$
$$+ 17{,}79326 \cdot 10^{-6}H^3 - 5{,}61088 \cdot 10^{-4}H^2 -$$
$$- 1{,}58342 \cdot 10^{-2}H + 1{,}461145.$$

Conținutul de apă al zăcămîntului este un factor care poate avea influențe directe asupra dificultăților de exploatare dar, în special, indirecte asupra altor factori prin:

- înmuierea rocilor din imediata apropiere a abatajului, modificînd substanțial rezistențele și imprimîndu-le, mai ales rocilor argiloase, un pronunțat caracter de fluaj, determinatoriu pentru susținere;
- pătrunderea apei în fluxul de material transportat imprimă acestuia o aderență la organele de transport care, în cazul argilelor, poate atinge valori ce conduc la deteriorarea acționărilor și organelor de transport;
- circulația apelor pe fisuri, pe vatra lucrărilor miniere, dar mai ales pe suprafața și în cavitățile utilajelor, conduce la depunerea de material în suspensie, cu blocarea spațiilor și a mijloacelor circulante;
- în mod direct, apa provenind din zăcămînt în lucrările miniere influențează starea de izolație a echipamentelor electrice, nivelul

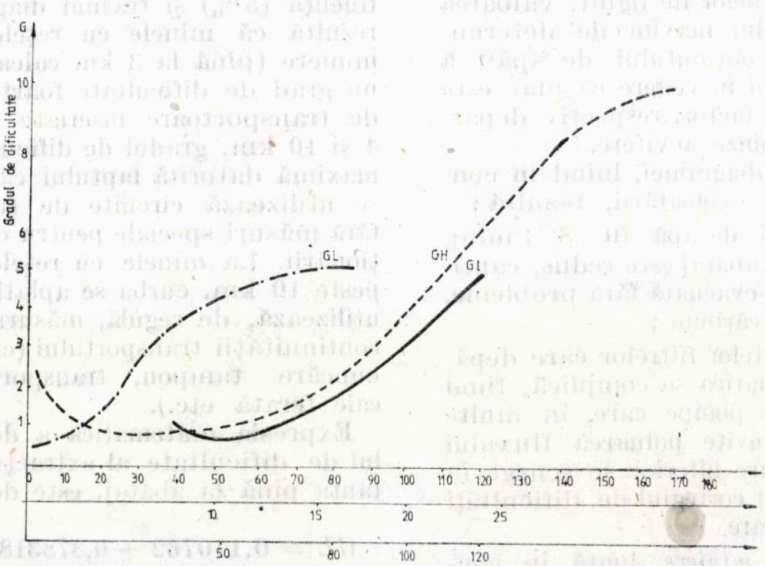


Fig. 5

de poluare al rețelelor hidraulice și a sistemelor de lubrefiere.

Utilizînd aceeași metodologie, a fost trasată curba din figura 6 și obținută formula:

$$GA = 0{,}4223 \cdot e^{0{,}1758\,A},$$

sau:

$$GA = 0{,}3395 \cdot e^{0{,}1945\,A},$$

unde:

A este debitul măsurat al unui filtru în zona respectivă, plantat pe grosimea acoperișului direct (cel puțin 8 ori înălțimea abatajului).

pectiv, influențează dificultatea de explo tae prin:

- reducerea coeficientului de siguranță al magistralei de transportoare, funcție de numărul acestora;
- timpii de parcurs și gradul de oboseală al personalului pentru ajungerea și plecarea de la locul de muncă;
- îngreuierea rapidității eficacității intervențiilor;
- creșterea pericolului de avarii pe traseul lucrărilor miniere.

Luînd în considerare un coeficient de determinație mai mic pentru acest factor de in-

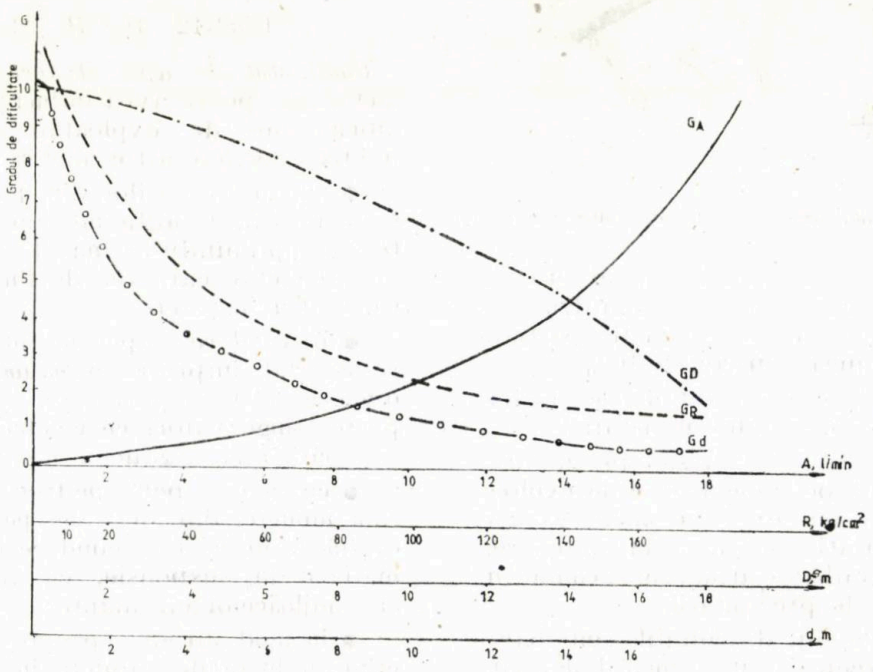


Fig. 6

Pentru condițiile minelor de lignit, valoarea parțială a coeficientului maxim de determinație a factorului „conținutului de apă" a fost luat de 10% avînd în vedere că mai este luat în considerare un factor, respectiv depărtarea abatajului de pînze acvifere.

Din analiza datelor diagramei, luînd în considerare și experiența exploatării, rezultă:

- la afluențe mici de apă (0—8 l/min), nivelul dificultăților în abataj este redus, cantitatea mică de apă fiind evacuată fără probleme, prin însăși fluxul de cărbune;
- la valori ale debitelor filtrelor care depășesc 10 l/min, problematica se complică, fiind necesară montarea de pompe care, în multe cazuri, nu reușesc să evite poluarea fluxului de cărbune cu apă, care ulterior se scurge în lucrările miniere, cu tot cortegiul de dificultăți care decurg în continuare.

Lungimea lucrărilor miniere, luată în considerare de la suprafață pînă la abatajul resfluență (5%) și trasînd diagrama GL (fig. 5) rezultă că minele cu rețele mici de lucrări miniere (pînă la 3 km calea de transport) au un grad de dificultate foarte scăzut, numărul de transportoare înseriate fiind redus. Între 4 și 10 km, gradul de dificultate are creșterea maximă datorită faptului că la aceste valori se utilizează circuite de transport înseriate, fără măsuri speciale pentru continuitatea funcționării. La minele cu rețele mari de galerii, peste 10 km, curba se aplatizează deoarece se utilizează, de regulă, măsuri pentru siguranța continuității transportului (circuite de rezervă, buncăre tampon, transportor optimizat pe cale ferată etc.).

Expresia matematică a dependenței gradului de dificultate al extracției, funcție de distanța pînă la abataj, este de forma:

$$GL = 0{,}110762 + 0{,}378318L + 0{,}61007 \cdot \\ \cdot 10^{-2}L^2 - 0{,}668012 \cdot 10^{-3}L^3.$$

Lungimea abatajului constituie un factor determinant pentru eficienţa exploatării şi a gradului de dificultate, prin limitele sale extreme, funcţie de posibilităţile tehnologiei.

În interiorul domeniului de fezabilitate, influenţa lungimii abatajului asupra dificultăţilor extracţiei este mai mică, din care motiv s-a luat o valoare maximă a coeficientului de determinaţie parţială de 5%, cu precizarea că diagrama obţinută nu se poate extrapola fără schimbarea tehnologiei (fig. 5).

Din analiza datelor şi a curbei prezentate în figura 6, rezultă că la lungimi prea mici de abataj, problemele de la capetele acestora influenţează creşterea dificultăţilor generate, în special, de activităţile nemecanizate în zonă.

La lungimi mai mari de abataj scade viteza de avansare a frontului cu repercusiunile cunoscute asupra regimului de presiune şi a afluenţei de apă.

Expresia matematică a dependenţei gradului de dificultate de lungimea abatajului este o funcţie exponenţială de forma:

$$Gl = 0{,}1588 \cdot e^{0{,}02906\,l}.$$

Înălţimea abatajului, ca ultim şi cel mai important factor privind gradul de dificultate al abatajului, cu un coeficient de determinaţie parţială de 15%, influenţează şi uneori determină fezabilitatea prin:

- creşterea regimului de presiune odată cu înălţimea susţinerii care, după unii cercetători, este o funcţie unică, determinatorie şi liniară;
- limitarea înălţimii maxime a abatajului prin posibilităţile mijlocului de tăiere mecanizată a cărbunelui (actualmente la 5 m);
- crearea de dificultăţi privind stabilitatea utilajelor în abataj: combină, susţinere etc.;
- pericole potenţiale pentru personalul de deservire, obligat să execute lucrări de intervenţie la înălţime;
- deblocarea cărbunelui şi taluzarea frontului care limitează înălţimea susţinerii sau îi impune rezolvări tehnice costisitoare: grindă extensibilă, sprijinitori de front etc.

Pentru aprecierea gradului de dependenţă a dificultăţilor de abataj, funcţie de înălţimea acestuia, pentru gamele de înălţimi utilizate în bazinul Olteniei, a fost construită diagrama din figura 7.

Se remarcă dificultăţi reduse în gamele de înălţimi 1,7—3 m, unde caracterul muncii rămîne ergonomic şi fiziologic. Peste aceste înălţimi intervin efectele fenomenelor descrise mai sus, cu o pondere de creştere exponenţială.

Sub înălţimi de 1,5 m se apreciază că vor interveni dificultăţi cauzate de spaţiile de lucru, mai ales în condiţii hidro grele.

Expresia matematică a acestei dependenţe are forma:

$$Gh = 10{,}237258\ h - 4{,}190462\ h^2 + 0{,}661726\ h^3 - 6{,}55996.$$

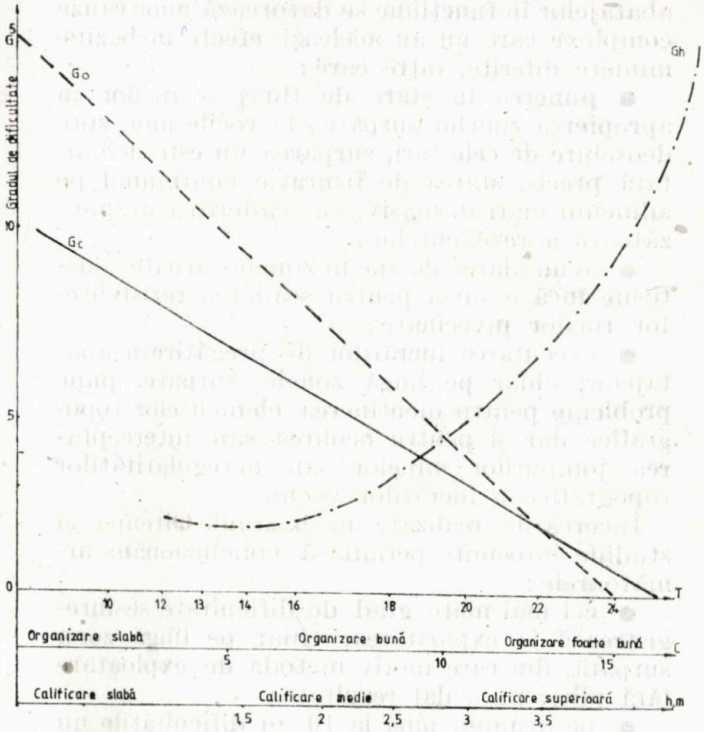


Fig. 7

În continuare se vor expune factorii care au caracter favorizant pentru exploatare, creşterea valorii lor reducînd gradul de dificultate al tehnologiei de abataj.

Rezistenţa rocilor caracterizează roca cea mai slabă din imediata apropiere a abatajului, acoperiş, vatră sau intercalaţii din front. Acest factor, cu caracter reprezentativ, a fost luat în considerare pentru tot pachetul de roci care participă la regimul de presiune, urmare a constatării că datorită presiunii miniere începe să curgă roca cea mai slabă care antrenează imediat distrugerea rezistenţelor celorlalte roci.

Din acest punct de vedere, un strat de cărbune tare se comportă mai slab dacă are intercalaţii mici, decît un strat de cărbune mai omogen ca stratificaţie.

Analizînd diagrama din figura 6 rezultă un grad de dificultate maxim 10 pentru argile înmuiate, cu rezistenţă sub 10 kg/cm², care scade liniar tot în domeniul argilelor şi marnelor cu σ_r pînă la 40 kg/cm², după care curba se aplatizează în domeniul cărbunilor compacţi.

Relaţia matematică de calcul are forma:

$$GR = 10{,}999 - 0{,}21999R + 18{,}7808 \cdot 10^{-4}R^2 - 5{,}587 \cdot 10^{-6}R^3.$$

Depărtarea de o zonă surpată, fie că este vorba de o zonă exploatată, fie că abatajul este în apropierea unor lucrări miniere avariate, atunci cînd acestea sînt situate lateral sau deasupra abatajului considerat, este un factor de influenţă. Influenţele zonelor surpate asupra abatajelor în funcţiune se datorează unor cauze complexe care nu au aceleaşi efecte în bazine miniere diferite, între care :

- punerea în stare de fluaj a rocilor în apropierea zonelor surpate ; la rocile moi, spre deosebire de cele tari, surparea nu este delimitată precis, starea de fisuraţie continuînd pe adîncimi mari în masiv, cu scăderea corespunzătoare a rezistenţelor ;
- acumularea de ape în zonele surpate constituie încă o sursă pentru scăderea rezistenţelor rocilor învecinate ;
- executarea lucrărilor de pregătire a abatajelor, chiar pe lîngă zonele surpate, pune probleme pentru menţinerea elementelor topografice dar şi pentru ocolirea sau interceptarea jompurilor minelor sau neregularităţilor topografice a lucrărilor vechi.

Încercările realizate în bazinul Olteniei şi studiile întocmite permit să concluzionăm următoarele :

- cel mai mare grad de dificultate se înregistrează la exploatarea, chiar pe lîngă zona surpată, din care motiv metoda de exploatare fără pilier nu a dat rezultate ;
- pe distanţa pînă la 10 m dificultăţile nu scad perceptibil datorită fisurării cărbunelui, cauzată de presiunea de reazem ;
- pilierii cu grosimi de 10—18 m reuşesc să scadă substanţial dificultatea exploatării dar nu la valoarea zonelor virgine. Pentru dependenţa gradului de dificultate al abatajului, funcţie de depărtarea de o zonă exploatată, rezultă următoarea relaţie matematică :

$$GD = 9{,}0665 - 0{,}244197\ D - 0{,}85197 \cdot \cdot 10^{-2}D^2 - 0{,}20396 \cdot 10^{-3}D^3.$$

Depărtarea de o zonă acviferă insuficient asecată, situată în culcuş dar în mod special în acoperiş, poate crea dificultăţi de mare amploare prin pericolul erupţiei apei în abataj, dar şi prin pătrunderea lentă, provocînd înmuierea rocilor şi probleme pentru utilaje.

În practica exploatării au fost înregistrate numeroase cazuri de avarii mari la abataje din acest motiv, în rest abatajele respective avînd o funcţionare remarcabilă.

Diagrama din figura 6 arată că dificultăţile maxime se înregistrează atunci cînd pînza acviferă este situată direct pe stratul subţire de cărbune sau în imediata apropiere a acestuia. La ecrane de 2—3 m, dificultăţile se menţin ridicate, iar la distanţe mai mari a pînzei acvifere, curba se aplatizează, apele din acoperiş rămînînd în spatele abatajului, de unde, chiar dacă se scurg în abataj, sînt filtrate şi nu mai prezintă un caracter violent.

A fost stabilită următoarea relaţie matematică :

$$Gd = 9{,}95286 - 2{,}29223\ d + 0{,}19821\ d^2 - - 0{,}005729\ d^3,$$

în care coeficientul de determinaţie maxim a fost apreciat la 10%.

Organizarea minei influenţează, într-un sens general, printr-o serie de aspecte, în mod deosebit :

- timpul de funcţionare al transportului general al minei şi întreruperile planificate sau accidentale ; frecvenţa şi durata acestora pot servi destul de exact pentru definirea şi cuantificarea gradului de organizare al minei ;
- aprovizionarea cu materiale, asigurarea cu energie ;
- calitatea conducerii, supravegherii, modul de transmitere a informaţiilor, prelucrarea lor, elaborarea şi aplicarea deciziilor (sînt factori de care depinde, în mare măsură, starea de dificultte sau de succes a unui abataj).

Pentru că există multe posibilităţi de exprimare a nivelului de organizare al minei, noi am adoptat o dependenţă liniară (fig. 7), care se poate prezenta material prin timpul de funcţionare al transportului general, la care corespunde următoarea relaţie matematică :

$$G_0 = 22{,}5 - 0{,}9375 \cdot O,$$

în care, după experienţa din bazinele Olteniei, a fost aproximată influenţa maximă a coeficientului de determinaţie la 15%.

Calificarea personalului, cu referire la nivelul de calificare dar şi la plasarea cu efectiv suficient a locului de muncă are, de asemenea, mare influenţă asupra evitării intrării în dificultate a abatajelor.

Este unanim cunoscută situaţia cînd la un abataj cu probleme, dacă se schimbă echipa de lucru, situaţia se modifică radical.

În diagrama din figura 7 este prezentată o relaţie de dependenţă liniară la un coeficient de determinaţie parţială de 10%, de unde rezultă următoarea relaţie matematică :

$$GC = 10{,}71428 - 0{,}71428 \cdot C.$$

Pentru calculul gradelor de dificultate al zonelor de exploatare, este necesară o cunoaştere geologică a zăcămîntului, de o factură nouă, care să se refere la elementele de structură, de compoziţia mineralogică şi de comportamentul mecanic al rocilor, care concură la influenţarea stării abatajului. De asemenea, sînt necesare, de determinat, caracteristicile tehnologice ale exploatării, precum şi nivelul de organizare al minei.

Factorul de bonitate al unei tehnologii de abataj

Avînd stabilit gradul de dificultate al unei zone de exploatare, se pune problema determinării unui mod de apreciere a posibilităților tehnologiei.

Denumim factor de bonitate al unei tehnologii suma performanțelor tehnice ale acesteia, capabile să rezolve probleme puse de factorii de dificultate. Cum este și firesc, această noțiune evoluează odată cu progresul tehnic, pe măsura elaborării unor soluții constructive și materiale mai rezistente, capabile să rezolve mai bine dificultățile create de condițiile de zăcămînt, care influențează, la rîndul lor, gradul de dificultate și, prin aceasta, factorul de bonitate.

Considerăm că pentru complexul mecanizat de abataj următorii factori determină gradul de bonitate al utilajului.

— Portanța susținerii, reprezentată prin factorul ei sintetic, presiunea specifică P, realizată de grinda portantă pe acoperiș, calculată în cazul cel mai defavorabil. Menționăm că forța F care se ia în considerare la calculul presiunii specifice se calculează grafic și analitic după metodele cunoscute la calculul susținerii și este diferită de portanța stîlpilor.

— Înălțimea abatajului H determină invers proporțional factorul de bonitate, cunoscînd că odată cu creșterea înălțimii apare seria de dificultăți privind portanța, stabilitatea, modificarea unghiurilor forțelor etc.

— Factorul de bonitate al combinei b_c, rezultat din caracteristicile de putere, poziția tamburilor, modul de încărcare al cărbunilor etc.

— Factorul de bonitate al transportorului b_t, determinat de puterea acționării, forța admisibilă în lanț, debitul de transport etc.

— Factorul de bonitate al soluției grinzii b_g, privind acoperirea tavanului.

— Factorul de bonitate privind sprijinirea frontului b_f.

Propunem următoarea formulă pentru exprimarea bonității tehnologiei de abataj:

$$B = b_p \cdot b_h \cdot b_g \cdot b_f,\ b_c \cdot b_t,$$

unde b_p este bonitatea conferită de portanța susținerii și care se calculează cu relația:

$$b_p = \frac{F}{L \cdot l}$$

unde:

F este forța pe care o poate aplica grinda pe acoperiș, funcție de portanța stîlpilor, forța de legătură cu scutul, unghiurile respective etc.;

L — lungimea maximă a grinzii portante;

l — lățimea grinzii.

Rezultă că b_p reprezintă o bonitate caracterizată prin presiunea specifică pe care o poate asigura grinda pe acoperiș.

b_h — bonitatea creată prin înălțimea abatajului se calculează cu relația:

$$b_h = \frac{l}{h},$$

unde:

h este înălțimea abatajului.

Întrucît toți ceilalți factori sînt coeficienți adimensionali, rezultă că bonitatea unei tehnologii de abataj se poate exprima prin portanța specifică pe care susținerea o realizează pe acoperiș, raportată la înălțimea abatajului și corectată cu factorii de bonitate ai restului subansamblelor: combină, transportor, soluție grindă, sprijinire front.

Redăm în continuare rezultatele calculelor privind factorul de bonitate al principalelor complexe mecanizate de abataj utilizate în bazinul Olteniei, efectuat după relațiile propuse:

tipul complexului	factorul de bonitate
CMA II	42,3
II OKP	36
KB 25/45	21,5
KB 16/35	64
PIOMA 25/45	31,5

Efectuînd calculele pentru determinarea gradului de dificultate a zonelor de zăcămînt de la minele Mătăsari și Drăgotești din bazinul Jilț, care fac obiectul exploatării în viitorul apropiat, a rezultat că pentru aproape jumătate din panourile de exploatare în prezent nu există o dotație tehnologică corespunzătoare dificultăților de zăcămînt, dar că există soluții pentru adoptarea și compatibilizarea unor noi utilaje pentru aceste condiții.

Concluzii

În competiția sa cu natura, omul, pentru a domina condițiile naturale, și-a perfecționat continuu mijloacele de acțiune, reușind, mai ales în ultimii ani, să realizeze tehnologii cu care să influențeze procese, atît în domeniul celular, cît și în spațiul cosmic ;au fost și sînt însă situații de insuccese, atunci cînd dificultățile condițiilor au depășit posibilitățile științei și tehnicii la un anumit moment al dezvoltării acestora.

Din acest considerent, mai întîi în activitatea forestieră, apoi în biologie, a fost definită noțiunea de bonitate, cu un număr însemnat

de sensuri, şi pe care am încercat s-o formulăm în lucrarea de faţă, pentru condiţiile particulare a activităţii miniere prin analiza „gradului de dificultate a abatajului".

După cum am arătat, expresiile matematice propuse pentru estimarea gradului de dificultate, date de diferiţi factori care concură la comportamentul abatajului, au un caracter calitativ, conţinutul cantitativ al factorilor perturbatori luaţi în consideraţie urmînd a fi determinat statistic.

Scopul nostru a fost de a releva interacţiunea diferiţilor factori perturbatori în comportarea abatajului, care exprimă gradul de dificultate al lucrărilor de exploatare.

Cunoscînd gradul de dificultate al unui abataj şi performanţele tehnice ale tehnologiilor şi utilajelor pot astfel fi alese, prin bonitare, acele tehnologii şi utilaje care maximizează performanţele prin minimizarea gradului de dificultate.

Metode şi mijloace de încercare a stîlpilor şi cilindrilor hidraulici destinaţi echipării susţinerilor mecanizate în abataj

Dr. ing. **Al. Seroban** şi ing. **M. Nan**
C.C.S.I.T.U.M. Satu Mare — Filiala Petroşani

I. Generalităţi

Creşterea vertiginoasă a producţiei de cărbune, determinată de necesitatea realizării independenţei energetice a ţării, impune, pe lîngă celelalte măsuri tehnico-organizatorice, şi extinderea mecanizării complexe în abatajele de cărbune cu front lung.

Succesul mecanizării complexe depinde, în mare măsură, de gradul de adaptare a utilajelor ce compun complexul mecanizat la condiţiile zăcămintelor pentru extracţia cărora sînt destinate, de calitatea şi fiabilitatea acestora.

Dintre componentele complexului mecanizat, susţinerea mecanizată este utilajul de a cărui calitate şi fiabilitate depinde, în mare măsură, realizarea unor indici tehnico-economici care să justifice efortul material şi uman investit pentru introducerea mecanizării.

O condiţie de bază a accelerării progresului tehnico-ştiinţific în construcţia susţinerilor mecanizate o constituie reducerea duratei dintre elaborarea — ca urmare a unei necesităţi economice — a unei soluţii constructive şi introducerea acesteia în fabricaţie, asigurîndu-se totodată premisele unei calităţi şi fiabilităţi corespunzătoare.

Una dintre etapele esenţiale ale acestui proces de elaborare, reînnoire şi optimizare continuă a soluţiei constructive a susţinerilor mecanizate o reprezintă încercările pe machete, modele experimentale şi prototipuri efectuate în laboratoare uzinale, institute de cercetare sau alte unităţi specializate în acest domeniu, cu ajutorul unor standuri construite în acest scop.

Încercările rămîn prezente în viaţa unui tip dat de susţinere mecanizată şi după introducerea acesteia în fabricaţie, avînd drept scop verificarea stabilităţii tehnologiei de fabricaţie, menţinerea calităţii şi fiabilităţii confirmate cu ocazia omologării în decursul duratei de fabricaţie.

Susţinerile mecanizate fabricate în serie în ţara noastră sînt încercate ca utilaj în stand; stîlpii şi cilindrii hidraulici, precum şi elementele de comandă şi reglare, nu au fost încercaţi şi verificaţi în ţară deoarece provin din import, firmele producătoare garantînd calitatea şi fiabilitatea acestora, pe baza încercărilor efectuate în standuri proprii.

În vederea reducerii cheltuielilor valutare, în ţara noastră se depun eforturi deosebite pentru asimilarea în fabricaţie a stîlpilor şi cilindrilor hidraulici destinaţi echipării susţinerilor mecanizate de abataj.

Realizarea unor stîlpi şi cilindri hidraulici de fabricaţie românească, care pe viitor să fie competitivi cu produse similare ale unor firme cu vechi tradiţii, implică, pe lîngă respectarea tuturor condiţiilor tehnice şi tehnologice impuse de documentaţia de execuţie, şi încercarea acestora în condiţii de laborator uzinal.

Stîlpii şi cilindrii hidraulici destinaţi echipării susţinerilor mecanizate de abataj prezintă particularităţi constructiv-funcţionale şi de exploatare ce îi deosebesc de cilindrii hidraulici utilizaţi în acţionările hidrostatice pe ulei.

Din această cauză, problemele legate de încercarea acestora sînt diferite şi neabordate la noi în ţară faţă de încercările cilindrilor hidraulici utilizaţi în acţionările hidrostatice pe ulei, unde metodologia, parametrii urmăriţi în timpul încercărilor şi mijloacelor necesare sînt bine precizate, existînd şi o anumită experienţă în acest domeniu.

În ţara noastră, mai multe institute de cercetare-proiectare şi uzine constructoare se preo-

cupă de asimilarea în fabricaţie a stîlpilor şi cilindrilor hidraulici.

Pentru a exista uniformitate în gîndire la nivelul celor care proiectează, construiesc şi vor întreţine stîlpi şi cilindri hidraulici, s-a impus elaborarea metodelor de încercare a acestora, care să constituie, pe viitor, normativ de încercare pentru toţi cei interesaţi în acest domeniu.

Elaborarea metodelor şi a metodologiei de încercare, precum şi proiectarea mijloacelor necesare îi revine Centrului de cercetare ştiinţifică şi inginerie tehnologică pentru utilaj minier Satu Mare — Filiala Petroşani.

În această lucrare se prezintă principalele aspecte legate de încercarea stîlpilor şi cilindrilor hidraulici destinaţi echipării susţinerilor mecanizate de abataj.

Metodele de încercare au fost elaborate în urma studierii modului de funcţionare şi solicitare în cadrul secţiei de susţinere mecanizată în condiţiile abatajelor din ţara noastră şi pe baza celor mai noi realizări în acest domeniu a unor institute şi firme specializate în proiectarea şi construcţia stîlpilor şi cilindrilor hidraulici.

O condiţie de bază a încercărilor în stand o constituie reproducerea, cît mai fidelă, a modului de funcţionare şi solicitare a elementului încercat în condiţii reale de exploatare pentru ca rezultatele obţinute să permită o apreciere corectă a calităţii şi fiabilităţii acestuia.

Studierea modului de funcţionare şi solicitare a stîlpilor şi cilindrilor hidraulici a scos în evidenţă că încercările la care trebuie supuşi aceştia se grupează în trei categorii şi anume:

— încercarea în gol;
— încercarea la culisare;
— încercarea la etanşare.

Încercarea în gol reproduce modul de funcţionare a stîlpilor şi cilindrilor hidraulici la operaţiile de manevră cu susţinerea mecanizată pe durata exploatării unui panou.

Încercarea la culisare reproduce fenomenele ce au loc în timpul cedării secţiei la depăşirea portanţei cînd supapa de siguranţă evacuează o cantitate de lichid.

Încercarea la etanşare reproduce modul de comportare a stîlpului sau cilindrului hidraulic pe perioada în care presiunea interioară nu depăşeşte valoarea reglată a supapei de siguranţă.

Încercarea în gol

Aceasta are ca scop evidenţierea bunei funcţionări a stîlpilor şi cilindrilor hidraulici în regim de lungă durată pentru determinarea fiabilităţii, a calităţii zonelor de etanşare, a uzurii elementelor aflate în mişcare relativă, a calităţii execuţiei, a corectitudinii montajului şi a calităţii acoperirilor de protecţie.

Stîlpii şi cilindrii hidraulici trebuie să funcţioneze la parametrii nominali, cel puţin pe durata exploatării unui panou de abataj. Defectarea unui stîlp sau cilindru hidraulic, pe parcursul exploatării unui panou de abataj, creează probleme deosebite în ceea ce priveşte înlocuirea lui, securitatea personalului de deservire, ducînd totodată şi la pierderi importante de producţie.

Analizînd duratele medii de exploatare pe diferitele panouri rezultă că un număr de 5 000 curse duble corespunde cu numărul mediu de manevre ale stîlpilor sau cilindrilor hidraulici din dotarea unei secţii mecanizate pe durata de exploatare a unui panou.

Pentru acesta se efectuează 5 000 curse duble acţionînd în mod automat stîlpul sau cilindrul hidraulic încercat astfel încît la capăt de cursă pistonul să fie solicitat un anumit timp la presiunea sursei de alimentare. Verificarea decurge conform diagramei din figura 1.

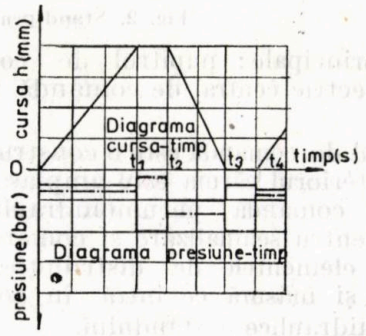


Fig. 1. Diagrama cursă-timp şi diagrama presiune-timp.

Determinarea calităţii execuţiei şi a corectitudinii montajului se realizează prin verificarea presiunii minime necesare deplasării pistonului în gol. Verificarea constă în reglarea presiunii de alimentare de la valoarea zero la presiunea la care pistonul se deplasează pe toată lungimea cursei.

Presiunea din momentul în care pistonul începe să se deplaseze şi modul de variaţie a acesteia pînă la terminarea cursei permite să se aprecieze calitatea execuţiei şi evidenţierea unor eventuale greşeli de montaj.

După terminarea încercării elementul se demontează pentru efectuarea de măsurători şi observaţii asupra principalelor piese componente.

De asemenea, se determină parametrii de fiabilitate pentru durata efectuării a 5 000 cicluri.

Această încercare se consideră reuşită dacă stîlpul sau cilindrul încercat nu prezintă defecte şi dacă realizează parametrii nominali.

Stand pentru încercarea în gol

Standul este conceput pentru efectuarea verificărilor precizate în metodologia de încercare

din punctul de vedere al modului de realizare, al preciziei parametrilor urmăriți, precum și al securității personalului de deservire.

Standul pentru încercarea în gol, prezentat în figura 2, se compune din următoarele subansamble principale: pupitrul de comandă *1*, panoul electric central de comandă *2* și masa-suport *3*.

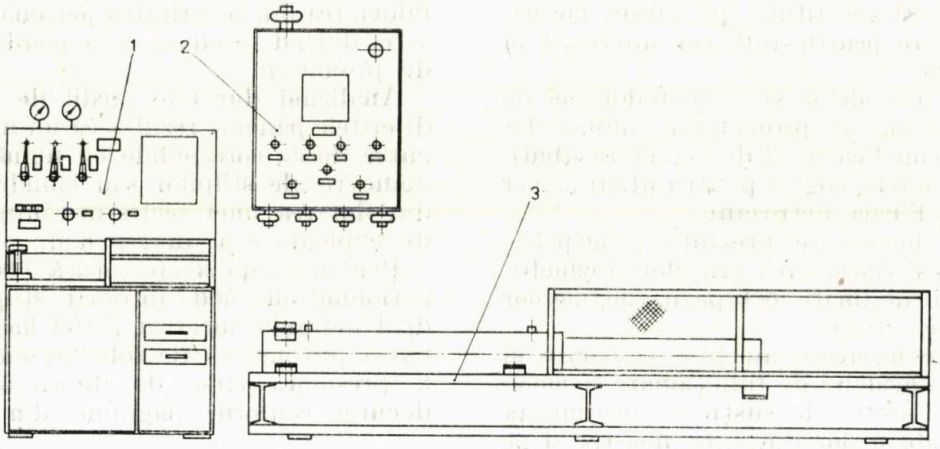


Fig. 2. Stand pentru încercarea în gol a stîlpilor și cilindrilor hidraulici

Pupitrul de comandă este o construcție metalică în interiorul căruia este amplasat dispozitivul de comandă pneumohidraulic, panou electric pentru semnalizare și comandă la distanță și elementele de distribuție, reglare, protecție și măsură ce intră în componența schemei hidraulice a standului.

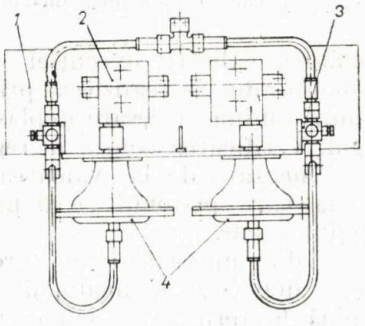


Fig. 3. Dispozitiv de comandă hidropneumatic

Conexiunile în interiorul pupitrului de comandă sînt realizate cu furtune de înaltă presiune cu sistem de îmbinare rapidă.

Dispozitivul de comandă pneumohidraulic (fig. 3) realizează distribuția lichidului hidraulic pe cele două suprafețe ale pistonului în timpul funcționării standului în regim automat. Este compus dintr-un suport metalic *1*, două distribuitoare hidraulice *2* modificate constructiv pentru a putea fi acționate de către camerele cu membrană cu simplă acțiune *4*. Ventilele electropneumatice *3* realizează distribuția aerului comprimat la cele două camere cu membrană.

Acționarea electroventilelor pneumatice *3* este comandată de un generator de impulsuri electrice a cărui schemă este prezentată în figura 4.

Generatorul de impulsuri funcționează conform diagramei din figura 1. Pentru fiecare stîlp sau cilindru hidraulic ce urmează a fi încercat trebuie determinați timpii t_1 și t_3 (timpi necesari efectuării unei curse duble), prin încercări succesive, după care standul lucrează în regim automat. Timpii t_1 și t_4, care corespund pauzei de la capătul de cursă, se reglează la o valoare prescrisă în documentația de execuție a fiecărui stîlp sau cilindru hidraulic.

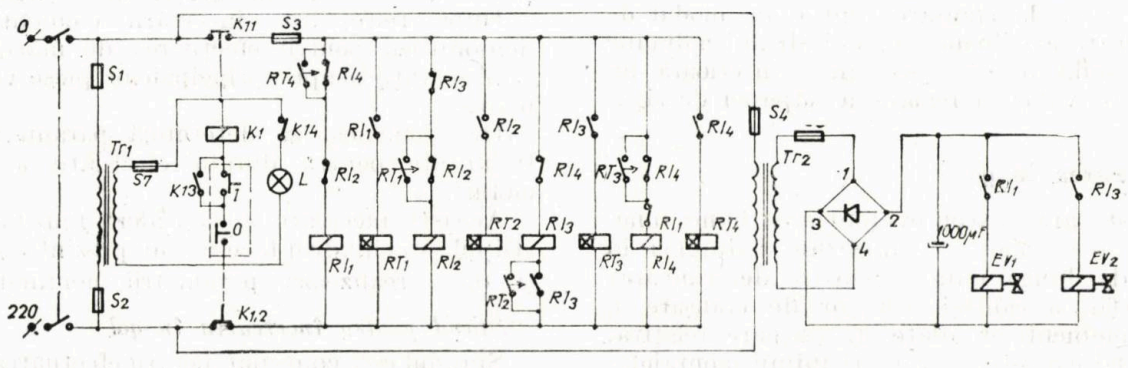


Fig. 4. Schema electrică de principiu a generatorului de impulsuri

Diagrama presiune-timp indică variația teoretică a presiunii în interiorul elementului încercat pe perioada unei curse duble (închis-deschis). Variația reală a presiunii ne permite să apreciem calitatea execuției și a montajului elementelor componente ale stîlpului sau cilindrului hidraulic încercat.

În figura 5 este prezentată schema hidraulică a standului. Alimentarea standului se realizează de la o pompă cu debit constant *1*.

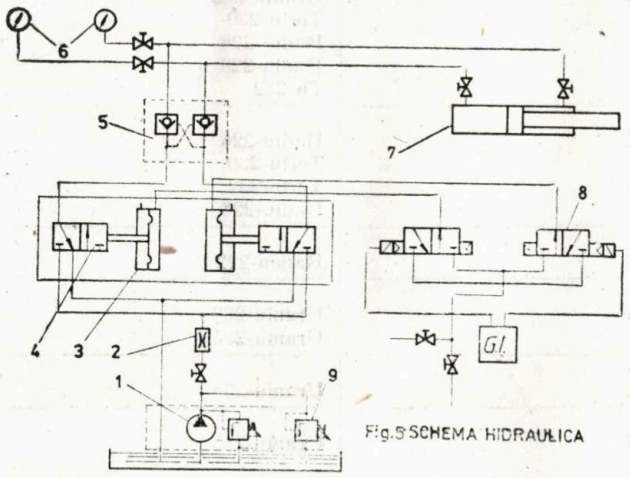


Fig. 5. Schema hidraulică a standului pentru încercarea în gol a stîlpilor și cilindrilor hidraulici

Dispozitivul de comandă pneumohidraulic este format din două distribuitoare hidraulice *4*, acționate de camera cu membrană *3* și din ventilele electropneumatice *8* comandate de generatorul de impulsuri *GI*.

Decuplarea elementului încercat de la sursa de alimentare și menținerea presiunii constante la capăt de cursă este realizată de supapa de sens dublu deblocabilă *5*.

Reglarea debitului se realizează cu ajutorul droselului *2* și a supapei de presiune *9*. În timpul verificării presiunii minime necesare deplasării pistonului în gol în locul manometrelor *6* se vor monta traductoare tensometrice de presiune.

Panoul central de comandă cuprinde echipamentul electric aferent acționării agregatului hidraulic de pompare și generatorul de impulsuri electrice. El se fixează pe perete sau pe un suport special în imediata apropiere a pupitrului de comandă.

Masa-suport este o construcție metalică destinată fixării stîlpilor și cilindrilor hidraulici de dimensiuni mari în timpul încercării. Ea este prevăzută cu o apărătoare de protecție pentru evitarea accidentării personalului de deservire în timpul funcționării standului.

Încercarea în regim de culisare și încercarea la etanșare, precum și mijloacele necesare efectuării acestora, vor fi prezentate într-un alt articol.

Bibliografie

[1] Nan, M. ș.a. *Stand pentru încercarea în gol a stîlpilor și cilindrilor hidraulici (DE)*. Lucrare elaborată de C.C.S.I.T.U.M. Satu Mare, Filiala Petroșani.

[2] Marin, V., Moscovici, R. *Sisteme hidraulice de acționare și reglare automată*. Ed. tehnică, București, 1981.

[3] Botez, F., Moraru, V. *Mașini-unelte. Organologia și precizia mașinilor-unelte*. Ed. tehnică, București, 1978.

[4] Marian, I. *Mecanizarea în minerit*. Ed. tehnică București, 1969.

[5] Leț u, N., Cărpeniș eanu, I. *Susțineri miniere*. Ed. tehnică, București, 1973.

[6] * * * *Zulassung nochgiebiger Gruben-Stempel* Landesoberbergamt 1973.

Unele aspecte geologice, hidrogeologice și miniere privind amplasarea și construcția unui depozit de deșeuri radioactive

Ing. **R. Catilina**, ing. **Th. Burtic**

și chim. **V. Domocoș**

I. Date generale

Pe baza orientărilor stabilite de politica de dezvoltare economică și socială a României de către Congresul al XII-lea al P.C.R., Programul național de energetică nucleară prevede realizarea unei puteri electrice instalate în centralele nuclearo-electrice de circa 4 500 MWa pînă în anul 1990 și creșteri importante ale ponderii aplicațiilor fizicii și energeticii nucleare în activitatea economică și socială din țara noastră.

Acest program amplu de industrializare a energiei nucleare și de amplificare a aplicațiilor tehnicilor și tehnologiilor nucleare conduce, implicit, la formarea și acumularea de deșeuri radioactive și impune inițierea și dezvoltarea de studii și cercetări aplicative, pentru soluționarea problemelor legate de depozitarea, pe lungă durată, a deșeurilor radioactive.

În cele ce urmează se tratează, pentru deșeurile ce nu conțin radionuclizi naturali, unele aspecte geologice și miniere rezultate din studiile și cercetările efectuate de organizații naționale sau internaționale pentru soluționarea prob-

lemei depozitării, pe lungă durată, a deşeurilor radioactive în formaţiuni geologice.

Deşeurile radioactive, definite ca materiale radioactive, inutilizabile în perioada actuală, provenite din activităţi nucleare, cu concentraţii radioactive mai mari decît cele permise pentru eliminarea în mediul înconjurător , cu o provenienţă diferită, sînt redate în tabelul 1.

Proveniența deșeurilor radioactive *Tabelul 1*

Tipul deşeurilor radioactive	Sursa deşeurilor	Forma deşeurilor : S — solid L — lichid G — gazos	Exemple de izotopi radioactivi
Radionuclizi naturali	Prospectarea, explorarea şi exploatarea zăcămintelor cu substanţe radioactive	*S*	Uraniu-238 Toriu-230 Radiu-226 Radiu-228 Th-232
	Prepararea minereurilor cu substanţe radioactive	*L* *G*	Radiu-226 Toriu-230 Toriu-232 Radiu-228
		G	Radon-222
	Fabricarea combustibilului nuclear	*S*	Uraniu-238 Uraniu-235
		L	Uraniu-235
		G	Uraniu-235
Produşi de fisiune	Combustibil iradiat şi prelucrat	*S* (după o solidificare hotărită)	Americiu-241 Stronţiu-90 Cesiu-137
		L (cu stronţiu şi cesiu îndepărtaţi)	Techneţiu-99 Ruteniu-103 Cesiu-144 Plutoniu-239
		G	Tritiu Iod-131 Iod-129 Kripton-85
Produşi obţinuţi prin activarea şi folosirea lor în economie şi viaţa socială	Materiale din reactor care se iradiază inevitabil în cursul operaţiilor	*S*	Aluminiu-88 Mangan-56 Fier-59
		L (material dizolvat)	Cobalt-58 Cobalt-60
		G	Argon-41 Xenon-133 Iod-131
	Iradiere hotărîtă pentru a produce izotopi utili în economie şi viaţa socială	*S*	Cobalt-60 Tritiu Iod-131 Brom-82
		L	Fosfor-32 Sodiu-24 Cesiu-134 Iridiu-92
		G	Kripton-85 Xenon-133

Indiferent de proveniența lor, deșeurile radioactive se pot clasifica după diverse criterii, ca de exemplu:

- după starea de agregare: lichide, solide, gazoase;
- după activitate: de activitate joasă, sub 10^{-3} Ci/m^3, cu un debit de expunere la peretele containerului sub 200 mR/h; cu activitate medie, între 10^{-3} și 10^4 Ci/m^3, cu un debit de expunere la peretele containerului de peste 200 mR/h; de activitate înaltă, peste 10^4 Ci/m^3, cu un debit de expunere la peretele containerului mult mai mare de 200 mR/h.
- după scopurile de depozitare: radioactivitate mare și viață lungă; radioactivitate medie, separat pe viață lungă sau scurtă; radioactivitate joasă, separat pe viață lungă sau scurtă (prin viață scurtă se înțeleg acei radionuclizi a căror $T_{1/2}$ este mai mic decît 30 de ani).

II. Concepții și condiții de depozitare a deșeurilor radioactive

În urma cercetărilor ample, desfășurate de circa 20 de ani de către organizațiile sau institutele de specialitate din diverse țări care utilizează energia nucleară, dintre diversele concepte de depozitare (în spațiul extraterestru; în strate groase de gheață veșnică; pe fundul oceanelor; în formațiuni geologice de adîncime etc.), cea mai acceptată, în sensul prezentării unei securități cît mai mari, este depozitarea deșeurilor în formațiuni geologice continentale, la suprafață sau în adîncime.

Principalii factori de care trebuie să se țină cont la amplasarea și construcția unui depozit de deșeuri radioactive, pentru a i se asigura securitatea, se referă, în special, la: condițiile geologice, hidrogeologice, climatice, tectonice, seismice, comportarea rocilor etc. Acestea sînt redate, sintetic, în tabelul 2, împreună cu criteriile favorabile amplasării și construcției depozitului de deșeuri radioactive.

Concluziile studiilor întreprinse în diverse țări și recomandările făcute pentru depozitarea deșeurilor în formațiuni geologice sînt redate în tabelul 3.

III. Cerințe fundamentale de depozitare

La amplasarea și construcția unui depozit de deșeuri radioactive trebuie avute în vedere următoarele cerințe fundamentale.

- Deșeurile radioactive trebuie astfel depozitate încît să asigure o izolare a acestora de mediul înconjurător și orice eventuală revenire a radionuclizilor în mediul înconjurător să nu ducă la expuneri radioactive nepermise pentru oameni. Acest deziderat impune alegerea rocilor-gazdă (tab. 4) în care se construiește depozitul și a rocilor înconjurătoare de așa manieră încît să constituie bariere naturale de protecție, respectiv să asigure:
  - menținerea radionuclizilor sau migrarea foarte lentă a acestora;
  - distanțe suficiente între locul de depozitare și mediul înconjurător;
  - expunerea, în cît mai mică măsură, a depozitului la eventuale calamități naturale (meteoriți, activități seismice, vulcanice, inundații etc.).
- Crearea de bariere artificiale care să mărească coeficientul de siguranță ca de exemplu: crearea unui pat de argilă sau betonarea tălpii lucrărilor miniere unde se depozitează; containerizarea corespunzătoare a deșeurilor (formă solidă, rezistentă la coroziune și spălarea etc.); izolarea tuturor căilor de acces a apelor în subteran.
- Crearea posibilităților și a mijloacelor materiale necesare pentru: asigurarea unui control corespunzător a sistemului de containerizare, manipulare, transport și depozitare; măsurarea contaminării containerelor; inspecția vizuală a acestora; colectarea apelor radioactive; decontaminarea mijloacelor de transport; asigurarea aerajului corespunzător a lucrărilor miniere; evacuarea apelor; iluminat etc.
- Protejarea personalului operator pe tot timpul funcționării depozitului la toate operațiile (primire, recepție, manipulare, transport, depozitare, control etc.).
- Satisfacerea capacităților în toate etapele: transport, primire, recepție, manipulare și depozitare, în conformitate cu nivelul de deșeuri prevăzut a se depozita, ritmul și perioada de depozitare.
- Tehnologiile adoptate la construcția și exploatarea depozitului să ofere o eficiență maximă la costuri minime și o securitate deplină.
- Asigurarea unui control corespunzător a influenței radiațiilor asupra personalului operator și a mediului înconjurător.
- Asigurarea condițiilor necesare pentru transportul deșeurilor radioactive cu respectarea normelor legale și a legislației în vigoare.
- Asigurarea posibilităților de tratare și containerizare a deșeurilor ce rezultă la manipularea, transportul și depozitarea deșeurilor radioactive.
- Asigurarea securității depozitului ca: acces în zonă; securitate contra dispariției deșeurilor sau obiectelor contaminate; existența unor mijloace de comunicație facile (alarmă, telefon, radio etc.); calamități naturale (inundații, meteoriți, cutremure).

IV. Metode de investigație recomandate la amplasarea și construcția unui depozit de deșeuri

Investigațiile necesare selectării parametrilor pentru amplasarea și construcția unui depo-

Tabelul 2

Principalii factori necesari de studiat la un depozit de deşeuri construit în formaţiuni geologice

Domeniul	Factori de studiat	Criterii favorabile amplasării
Topografie	— Condiţiile topografice ale suprafeţei (grad de accidentare a reliefului, posibilitate de inundare, căi de acces etc.)	— Relief plat cu pante mici (eroziune mică) — Relief accidentat departe de ape şi cu eroziune mică şi posibilitate de drenaj rapid a apei pluviale, zăpezi — Deasupra cotelor inundabile
Seismicitate	— Evenimentele seismice din zonă — Încadrarea zonei din punct de vedere seismic	— Zonă cu seismicitate redusă — Zonele învecinate cu seismicitate redusă
Tectonică	— Gradul de tectonizare (fracturi majore, fisuri, vulcanism etc.) — Regimul tectonic în zonă	— Zonă slab tectonizată — Vulcanism neexistent în zonă şi în vecinătate — Regim tectonic stabil în zonă şi în vecinătate
Condiţii subterane	— Adîncimea zonei de depozitare — Configuraţia formaţiunilor: ● grosimea şi extinderea formaţiunilor geologice ● consistenţă ● uniformitate ● omogenitate ● puritate — Natura şi extinderea rocilor din adîncime şi flancuri	— Depozitele adînci din formaţiunile geologice (în special pentru deşeuri cu înaltă activitate) sînt situate între 200 şi 1 000 m; peste 1 000 m influenţează negativ presiunea litostatică; sub 200 m se pot resimţi o serie de fenomene de suprafaţă ca: eroziunea; impactul cu meteoriţi. — Grosime şi extindere mare. Roci compacte; Roci uniforme; Roci omogene; Roci pure. — Roci care să formeze bariere în calea migrării radionuclizilor şi să aibă extindere mare pe orizontală şi verticală
Structură geologică	— Natura rocilor-gazdă — Direcţia şi înclinarea formaţiunilor geologice — Falii şi fisuri — Diapirism	— Rocile considerate favorabile sînt: masive de sare, şisturi cristaline, roci intruzive, şisturi argiloase — Extindere mare pe direcţie a formaţiunilor geologice — Orizontale sau înclinări mici a formaţiunilor geologice şi extindere mare pe înclinare — Falii şi fisuri puţine sau deloc, fără fenomene tectonice active — Structurile diapirice sînt favorabile
Proprietăţi fizice şi chimice ale rocilor	— Permeabilitate — Porozitate — Solubilitate — Dispersivitate — Incluziuni de gaze şi lichide — Comportarea mecanică şi plasticitatea rocilor — Gradient termal — regional şi local — Răspunsurile termomecanice şi termohidraulice — Conductivitatea termică — Conţinuturile minerale ale apei — Efectul radiaţiilor	— Permeabilitate redusă — Porozitate scăzută (mai mică 5%) — Solubilitate redusă — Dispersivitate mică — Incluziuni minime de gaze şi lichide (sub 1%; peste 10% favorizează circulaţia apei) — Roci cu rezistenţă mecanică mare şi cît mai plastice — Gradient termal normal (30° C pe 1 km adîncime) — Să nu depăşească limitele temperaturilor maxime admise (să nu se degradeze roca sau ambalajul containerelor) — Conductivitate suficientă ca să asigure disiparea căldurii — Conţinuturi minerale reduse ale apei — Să nu sufere transformări importante în urma iradierii

Capacitate de sorbţie	— Coeficientul de distribuţie — Viteza de migrare — Viteza de spălare a radionuclidului	— Coeficient de distribuţie care să întîrzie migrarea radionuclizilor — Viteze de migrare reduse — Viteza de spălare a radionuclidului redusă (sub 10^{-2} g/cm^2/zi)
Hidrologie şi hidrogeologie	— Ape de suprafaţă, apariţii, volum — Ape subterane, apariţii, volum, chimism	— Apariţii de ape reduse, cu debite mici, nepermanente — Departe de importante ape curgătoare de suprafaţă sau stătătoare — Rocile să nu fie prolific acvifere — Apa freatică să nu existe sau să fie în rate şi cantităţile minime şi să nu fie în legătură cu alte acvifere — Chimismul apei trebuie să producă coroziuni minime — Viteze de circulaţie mici (10^{-3}—10^{6}cm/s)
Evenimente naturale viitoare	— Schimburi hidrogeologice — Ridicări şi coborîri de teren — Seismicitate — Intruziuni şi falieri — Schimbări climatologice — Schimbări topografice	— Să nu fie zonă susceptibilă de schimbări hidrogeologice majore — Să nu fie zonă carstică sau excavaţii, cu posibilitate de prăbuşire — Să nu fie posibile evenimente seismice importante — Să nu fie posibile evenimente tectonice importante — Să nu survină schimbări climatologice importante — Să nu survină schimbări topografice importante
Condiţiile generale geologice şi inginereşti	— Poziţia suprafeţei şi zonei tampon — Sonde şi galerii preexistente — Sonde de explorare, puţuri, tunele şi excavări — Dispunerea distrugerilor — Transportul sterilului — Ingineria şi construcţia depozitului — Măsuri de securitate operaţionale şi stabilitatea depozitului	— Elementele menţionate trebuie să fie favorabile pentru construcţia şi siguranţa exploatării depozitului
Consideraţii sociale	— Resurse potenţiale — Evaluarea terenului şi folosirea lui — Distribuţia populaţiei — Jurisdicţia şi legile terenului — Accesibilitate şi servicii — Alte impacturi înconjurătoare — Atitudine publică	— Să nu existe resurse potenţiale de materii prime — Să nu fie zone de interes economic — Zone cu populaţie redusă şi aşezări omeneşti importante la distanţă — Legile nucleare, legi privind folosirea terenurilor şi pentru amplasare — Zone accesibile pentru transportul în siguranţă a deşeurilor — Impactul cu mediul înconjurător, impactul asupra mediului geologic subteran să nu producă perturbaţii majore — Atitudine faţă de atare construcţii să fie favorabilă
Condiţii meteorologice şi climaterice	— Direcţia şi viteza vîntului — Precipitaţii — Alte fenomene (temperatură, fulgere etc.)	— Vînturi slabe — Precipitaţii reduse care conduc la infiltrări posibile de apă mici — Rata evaporotranspiraţiei mare etc.

Notă:
— Existenţa apelor freatice, a unei porozităţi şi permeabilitate mare, a unui grad de tectonizare avansat sau activ, precum şi a mineralelor hidratate sau incluziuni de apă şi gaze favorizează procesele de migrare a radionuclizilor
— Chimismul apelor trebuie să fie astfel încît să minimalizeze efectele de coroziune şi spălare a radionuclizilor, funcţie de acest chimism luîndu-se măsurile necesare de alegere a materialelor de confinare a radionuclizilor
— Uniformitatea, omogenitatea şi puritatea rocilor asigură:
  ● prognozarea cît mai fidelă a fenomenelor de migrare a radionuclizilor;
  ● aprecierea influenţelor negative a efectelor termice şi a radiaţiilor datorite dezintegrării radionuclizilor
— Capacitate mare de sorbţie a radionuclizilor de către rocă, chimismul apelor, impermeabilitatea mare a rocilor şi porozitatea redusă asigură:
  ● retenţia radionuclizilor;
  ● precipitarea unor radionuclizi

În cazul cînd, în mod natural, nu sînt asigurate atari condiţii, trebuie prevăzute bariere artificiale.

— Solubilitatea crescută a rocilor-gazdă, compactitate scăzută, precum şi efectele negative sub influenţa temperaturii şi a radiaţiilor pot conduce la deformări sau prăbuşiri ale depozitului şi scăpări de radionuclizi.
— Efecte similare se pot produce şi în cazul existenţei în apropiere de zone carstice sau importante lucrări vechi miniere
— Extinderea mare pe verticală şi orizontală a rocii-gazdă, precum şi înclinarea mică a rocilor şi reliefului favorabil, asigură izolarea corespunzătoare a depozitului şi căi lungi de migrare a radionuclizilor pentru ajungerea în contact cu mediul ambiant

Opțiuni de depozitare pe categorii de deșeuri
(după Technical Reports Series 215 I.A.E.A. Viena)

Tabelul 3

Opțiune de depozitare		Categoria deșeurilor				
		Activitate mare, viață lungă	Activitate medie, viață lungă	Activitate joasă, viață lungă	Activitate medie, viață scurtă	Activitate joasă, viață scurtă
Amplasarea în formațiuni geologice la adîncime *c*	uscate *a*	Solid imobilizat, ambalat și distribuit pe o suprafață mare	Solid imobilizat, compactat ambalat		Aplicabil, dar poate fi condiție mai stringentă decît este necesară	
	umede *b*	Ca mai sus: probabil cu mai multe bariere artificiale	Ca mai sus: probabil cu mai multe bariere artificiale			
Amplasarea în mine și cavități *d*	uscate *a*	Nerecomandat	Posibil, depinzînd de circumstanțe		Solid, poate fi ambalat *e*	
	umede *a*	Nerecomandat			Solid, imobilizat, ambalat *e*	
Amplasarea la adîncimi mici la suprafață	uscate *a*	Nerecomandat			Solid imobilizat ambalat	Solid, poate fi imobilizat sau ambalat
	umede *b*	Nerecomandat			Posibil; imobilizat, ambalat, cu mai multe bariere artificiale	Posibil; solid imobilizat sau ambalat, cu mai multe bariere artificiale
Injectarea fluidelor care se autosolidifică în fracturi induse în strate cu permeabilitate scăzută		Nerecomandabil	Poate fi posibil cu o tehnologie adecvată demonstrată și numai la anumiți radionuclizi		Aplicabil cu o tehnologie corespunzătoare	
Injectarea lichidelor la adîncime, formațiuni permeabile		Nerecomandabil	Poate fi posibil cu o tehnologie adecvată demonstrată și numai la anumiți radionuclizi		Aplicabil cu o tehnologie corespunzătoare	

a — formațiuni geologice fără apă; *b* — formațiuni geologice cu o mică mișcare de apă; *c* — depozit săpat special; *d* — cavități rezultate din procese naturale sau săpate special; *e* — pot fi preferate în țări cu condiții geologice indezirabile pentru depozitare la mică adîncime la suprafață

Tabelul 4

Tipuri de roci-gazdă pentru depozitarea deşeurilor

Tipul rocii-gazdă	Mod de prezentare	Avantaje potenţiale	Dezavantaje potenţiale
Sare	— Strate orizontale — Domuri	— Abundenţă relativă de zăcăminte — Conductivitate termică relativ bună — Impermeabilitate — Conţinut de apă redus — Lipsă de evenimente tectonice importante (fracturi, fisuri) — Plasticitate (proprietate de etanşare proprie) — Extindere mare (domurile pe verticală, stratele pe orizontală) — Roca este omogenă — Rezistenţă medie la vibraţii şi mecanică	— Conţin cavităţi cu saramură, care va circula sub influenţa efectelor termice ale dezintegrărilor şi vor interacţiona cu containerele şi/sau materialul radioactiv — În apropiere se găsesc zăcăminte de petrol şi gaze — Solubilă în apă şi măreşte acţiunile corozive — Conţinut mare de impurităţi — Capacitate de sorbţie redusă — Porozitate intercristalină (pînă la 4%) ce conţine hidrocarsturi
Roci vulcanice: Granite Bazalte Roci metamorfice (gneisuri; roci metamorfozate compacte etc.)	— Batolite — Lacolite — Dyk-uri — Filoane — Conuri vulcanice — Neck-uri — Revărsări de dimensiuni mari — Corpuri de dimensiuni foarte mari	— Rezistenţa mecanică mare — Rezistenţă la vibraţii (seismice) — Stabilitate chimică şi structurală bună — Pot avea minerale cu capacitate mare de sorbţie — Extindere mare pe verticală şi orizontală — Întreţinerea facilă şi ieftină a lucrărilor miniere — Abundenţă mare — Stabilitate pe termen lung — Nu prezintă interes economic — Porozitate redusă — Apar în zone de platformă stabilă	— Pot avea fracturi şi fisuri — Fiind roci extradure, executarea lucrărilor miniere este mai costisitoare — Conductivitate termică moderată; constituie un semidezavantaj — Nu sînt plastice
Roci argiloase (argilă, şisturi argiloase, lut)	trate orizontale	— Permeabilitate foarte scăzută — Retenţie bună a radionuclizilor (capacitate de sorbţie mare) — Nu prezintă interes economic — Depozite sedimentare cu extindere mare — Plasticitate bună	— Porozitate mare — Conţinut mare de apă — Pot suferi modificări ireversibile la temperatură — Conductivitate termică redusă — Rezistenţă mecanică redusă — Prezenţa incluziunilor de materiale organice şi gaze — Dificultate în săparea şi întreţinerea lucrărilor miniere
Tufuri vulcanice	Strate sau lentile	— Porozitate mică — Nu prezintă interes economic — Capacitate de retenţie mare a radionuclizilor	— Au extindere redusă — Grosimi mici — Alternanţe de roci cu circulaţie intensă de apă — Rezistenţă mecanică redusă

Tabelul 5

Tehnici geofizice posibile de utilizat şi rezultate ce se aşteaptă

Tehnici de lucru	Exemple de rezultate ce se aşteaptă
Studii şi cercetări magnetometrice	— Evidenţierea unor corpuri de substanţe utile, forma şi dimensiunile lor — Tendinţe structurale regionale şi locale — Forma şi adîncimea rocilor cu proprietăţi magnetice
Studii şi cercetări electromagnetometrice	— Detectarea accidentelor tectonice — Evidenţierea de resurse minerale
Studii şi cercetări seismice	— Determinarea structurii rocilor de adîncime şi acoperitoare
Studii şi cercetări electrometrice	Evidenţierea de: ● apariţii de ape ● grosimi de strate ● zone tectonice
Spectrometrie cu raze gamma	— Detectarea fondului natural radioactiv — Evidenţierea de resurse minerale
Carotaj electric, radiometric, acustic etc	Evidenţierea de: ● variaţii litologice; ● porozitatea rocilor; ● pînza de apă; ● corpuri de minereu; ● radioactivitatea naturală; ● zone tectonice

zit de deşeuri radioactive şi evaluarea acestora incumbă o cercetare multidisciplinară, capabilă să răspundă la condiţiile şi criteriile necesare menţionate în articol, respectiv studii şi cercetări : topografice ; meteorologice ; geofizice ; geologice ;hidrologice şi hidrogeologice ; determinarea posibilităţilor de migrare a radionuclizilor ; seismice ; alte studii inginereşti, sociale, economice, protecţia mediului etc.

1. *Cercetări topografice*

Studiile şi cercetările topografice oferă, în general, informaţii privind : morfologia amplasamentului ; infatisarea generală hidrologică ; căi de acces ; tipuri de lucrări miniere pretabile (puţuri, galerii de coastă) ; condiţii inginereşti de execuţie a unor lucrări (platforme, depozitare hălzi etc.) ; gradul de inundabilitate al zonei ; condiţii geologice, tectonice etc. din subteran ; utilizarea suprafeţelor, vegetaţiei etc.

Cercetările pot fi efectuate utilizînd tehnicile comune : ridicări topografice, aerofotogrammetrie etc.

2. *Cercetări meteorologice*

Cercetările meteorologice, utilizînd tehnicile specifice acestui domeniu, trebuie să furnizeze date privind : regimul pluviometric (cantitate, perioade, intensitate) ; temperatura ; vînturile ; umiditatea ; evaporo-transpiraţie ;alte fenomene (ex. : fenomene orajoase). Aceste date trebuie să ofere informaţii referitoare la: excedentul de precipitaţii anual şi pe perioade de precipitaţii ; gradul de eroziune posibil ; posibilităţile de infiltrare a apelor pluviale ; posibilităţile şi direcţiile de răspîndire a elementelor poluante (gazoase, lichide, solide).

3. *Cercetări geofizice*

Cercetările şi studiile geofizice au ca scop identificarea resurselor (minerale, neminerale sau ape) potenţiale din zonă ; identificarea dimensiunilor şi formei masei specifice de rocă din zonă ; identificarea zonelor tectonice.

Tehnicile posibile de utilizat şi rezultatele ce se aşteaptă sînt redate în tabelul 5.

4. *Cercetări geologice*

Cercetările geologice urmăresc să determine pentru roca-gazdă şi cele învecinate :

— tipurile de roci existente în zonă ;

— substanţele utile existente în zonă ;

— caracteristicile corpurilor de rocă : natura ; forma ; geneza ; dimensiunile (pe cele trei direcţii) ; direcţia şi înclinarea ; omogenitatea rocii ; caracteristicile chimice ; caracteristicile mineralogice ; textura şi structura rocilor ; caracteristici geotehnice (porozitate termică, comportare la radiaţii, granulaţie, permiabilitate, rezistenţă mecanică etc.) ; textura şi structura rocilor ; vîrsta rocilor ;

— tectonica şi microtectonica zonei (falii majore, de sprijin, fisuri, direcţia şi înclinarea accidentelor tectonice, vîrsta, natura umpluturii de falie etc.) ;

— date geochimice asupra rocilor ;

— istoricul geologic al zonei ;

— aprecieri privind evoluţia viitoare a zonei din punct de vedere geologic, tectonic etc.

Metodele posibile de utilizat sînt :

● sinteza materialelor existente ;

● cartări geologice la diverse scări ;

● studii şi cercetări tectonice şi microtectonice ;

● studii geochimice ;

● determinări de vîrste ;

● studiu mineralogic ;

● determinări geotectonice ;

● analize chimice ;

● explorarea zonelor cu şanţuri, galerii, sonde şi studierea complexă a acestora.

5. *Cercetări hidrogeologice şi hidrologice*

Studiile şi cercetările au ca scop.

— Studierea apelor de suprafaţă din zona depozitului : inventarierea lor, trasee, debite,

variația debitelor în timp, caracteristici chimice, surse de alimentare etc.

— Studierea apelor subterane: nivele de ape subterane, traseele lor, viteze, debite, surse de alimentare, chimismul apelor, posibilități de infiltrare în viitorul depozit, capacitatea de dizolvare a rocii-gazdă, gradientul hidraulic etc.

— Caracterizarea hidrogeologică a sistemelor de fracturi, fisuri, plan de șistuozitate etc.

— Interconexiunea dintre:

- apele de suprafață și subterane;
- apele subterane în general;
- apele din zona viitorului depozit;
- posibilitățile de interconexiune cu apele din zonele cu activitate umană (apele de suprafață și subterane).

— Perimetrul de protecție hidrogeologică din zona viitorului depozit.

— Istoricul evoluției hidrogeologice a zonei.

— Aprecieri privind evoluția hidrogeologică în zonă.

Tehnicile de cercetare specifică includ:

— Sinteza studiilor și cercetărilor din zonă.

— Studii și cercetări hidrogeologice și hidrologice de suprafață.

— Studii hidrogeologice a lucrărilor miniere și de foraj.

— Executarea de foraje hidrogeologice sau alte lucrări speciale.

— Măsurări de debite și variația lor naturală în apele de suprafață, subterane și în foraje.

— Datarea apelor subterane.

— Măsurarea variației nivelului apelor în foraj.

— Pompări experimentale din foraje (un foraj sau mai multe).

— Studierea cu ajutorul trasorilor a următorilor parametrii:

- originea apelor subterane;
- direcția de curgere;
- viteza de curgere;
- pierderi de debite;
- interconexiunea dintre diverse surse acvifere;
- surse de alimentare a unui acvifer.

— Analiza compoziției chimice a apelor prin metode fizice și chimice (anioni, cationi, pH, potențial redox, total solide dizolvate etc.).

6. *Determinarea posibilităților de migrare a radionuclizilor*

Studiile și cercetările trebuie axate, în principal, pe: interacțiunea dintre roci, ape și containerele cu radionuclizi; coroziunea containerelor și spălarea radionuclizilor; efectele radiațiilor și căldurii asupra apei și rocilor; determinarea parametrilor caracteristici pentru migrarea radionuclizilor; determinarea coeficientului de distribuție și dispersie; determinarea vitezelor de migrare a radionuclizilor „in situ".

Studiile si cercetările trebuie să plece de la o bună cunoaștere a proprietăților deșeurilor, respectiv: forma de prezentare; densitate; stabilitate termică; containerizare; stabilitate mecanică; radioactivitate la suprafața containerului; stabilitate chimică; compatibilitate chimică; considerații generale (materiale, patogene, putrescibile, inflamabile, explozibile), proprietăți care servesc, în general, pentru toate studiile și etapele de cercetare și construcție a depozitelor de deșeuri.

Coroziunea și spălarea radionuclizilor. În ipoteza unui contact al containerelor cu apa, au loc fenomene de coroziune a învelișului metalic al containerului, care se determină prin cercetări adecvate, ținînd seama de natura învelișului și caracteristicile fizice și chimice ale apelor.

Cantitatea de radionuclid ce ar putea fi spălată la contactul cu apa depinde de: viteza și debitul de curgere a apelor; proprietățile fizico-chimice a materialului de confinare a radionuclizilor; suprafața expusă spălării. Prin testări în laborator se determină această viteză care se exprimă în g/cm^2/zi.

Efectele radiațiilor și căldurii asupra apei și rocilor. Radiațiile emanate prin dezintegrarea radionuclizilor depozitați pot produce schimbări ca: producerea unor reactivi speciali, inclusiv gaze sau acumulare de energie, care pot influența efectele de coroziune, capacitatea de absorbție a rocilor sau crea fisuri și fracturi.

Căldura emanată de dezintegrarea unor radionuclizi depozitați poate produce schimbări în roci și apă, care să influențeze durata de migrare a radionuclizilor, schimbări ca: decrepitarea rocilor (în special sarea); migrarea apelor interstițiale; mărirea solubilității în apă a diverșilor radionuclizi; descreșterea vîscozității apei; diverse efecte mecanice (schimbarea stării, volumului etc.).

Parametrii caracteristici privind posibilitatea de migrare a radionuclizilor. Mediul geologic și hidrogeologic-gazdă sau învecinat depozitului trebuie să îndeplinească funcția de barieră naturală în calea migrării radionuclizilor, fenomenele de interacțiune principale fiind: absorbția, dispersia, diluția.

Capacitatea de schimb a unui mediu geologic pentru un anumit ion este, de obicei, caracterizată prin coeficientul de distribuție *Kd*, care reprezintă raportul dintre numărul de ioni pe unitatea de volum de material absorbant pe numărul de ioni din unitatea de volum de apă, iar gradul de reținere al radionuclidului depinde de:

- natura chimică a radionuclidului;
- compoziția mineralogică și chimică a rocilor;
- caracteristicile fizice ale rocilor (porozitate, permeabilitate etc.);

● caracteristicile fizico-chimice ale soluției purtătoare.

Coeficientul de distribuție se determină experimental în laborator prin metode statice sau dinamice și servește la determinarea vitezei de migrare a radionuclizilor.

La determinarea vitezei de migrare, care se face pe baza unui model matematic utilizînd diverse soluții de programare, trebuie să se cunoască și coeficientul de dispersie a radionuclidului, care se determină la fel experimental, pe modele pilot pentru fiecare radionuclid în parte, modele încercînd să reproducă cît mai fidel condițiile din teren.

Determinarea vitezelor de curgere „in situ" se face cu ajutorul trasorilor radioactivi, în diverse foraje săpate special în roca-gazdă a depozitului, fie prin metoda forajului unic, fie prin foraje multiple pentru fiecare radionuclid în parte.

7. *Cercetări seismice*

Studiile seismice trebuie să ofere elementele necesare astfel încît depozitul să nu fie amplasat într-o zonă cu risc seismic important, respectiv:

— istoricul mișcărilor scoarței în regiune;
— descrierea și caracterizarea elementelor seismice;
— frecvența evenimentelor seismice și prognoza acestora;
— tectonica generală a zonei;
— evenimente tectonice (ridicări, scufundări, diapirisme etc.) existente și prognoza acestora;
— evenimente vulcanice existente și prognoza lor.

Studiile se pot efectua, atît prin extrapolări de date, cît și prin culegerea de informații direct de pe amplasamente.

8. *Alte studii*

Alte studii necesare la amplasarea și construcția unui depozit de deșeuri radioactive se referă la:

● resurse potențiale în perimetrul luat în considerare;
● volumul și amplasarea lucrărilor industriale în zonă: foraje, construcții hidro, forestiere etc.;
● valoarea teritoriului și modul de folosire (agricultură, silvic etc.);
● centre populate (distanțe, număr locuitori, stare de sănătate etc.);
● asigurarea facilităților (energie, acces ape etc.);
● gradul de poluare a zonei (inclusiv radioactiv);
● impactul cu mediul înconjurător în timpul depozitării și după terminare (meteoriți, vulcanism, transport prin apă, deformație plastică, etanșări necorespunzătoare, eliberări bruște e energie, eroziune, manipulări greșite, avarie ventilație și alte sisteme, erori în manipulare, control și întreținere etc.).

V. Depozitarea deșeurilor în lucrări miniere

1. *Concepții de depozitare*

Concepțiile actuale de depozitare a deșeurilor radioactive în formațiuni geologice abordează mai multe căi, respectiv:

— depozitarea la suprafață;
— îngroparea în imediata vecinătate a suprafeței;
— depozitarea în adîncime;
— utilizarea unor mine sau caverne naturale existente;
— construcții miniere subterane speciale.

În toate ipotezele deșeurile se depozitează după tratarea și confinarea lor, care constă în: aducerea la o formă solidă; micșorarea volumului (compactare, ardere); betonarea, bituminizarea sau vitrificarea; introducerea în containere de obicei metalice (uzual de 200 l, cu Ø 617 și L 120 mm), uneori cu măsuri speciale, respectiv manta de plumb și de titan care să le mărească rezistența la coroziune.

Deșeurile se depozitează separat, ținînd seama de categoria de activitate și viața radionuclizilor, caracteristicile fizico-chimice ale deșeurilor și modul de împachetare.

2. *Aspecte miniere privind construcția depozitelor*

Depozitarea la suprafață

Această formă de depozitare se practică, în special, pentru deșeurile de joasă activitate și viață scurtă. La construcția depozitului nu se pun probleme speciale miniere, dacă alegerea amplasamentului se face judicios și gospodărirea și supravegherea este atentă. Depozitele se pot face, fie direct la suprafața solului, fie în șanțuri betonate sau căptușite cu materiale impermeabile. Depozitele se acoperă, de obicei, cu materiale impermeabile, sînt prevăzute cu sisteme de drenaj a apei de suprafață și de infiltrație.

Depozitarea în adîncime

Construcția unui depozit de adîncime în lucrări existente sau create special impune soluționarea mai multor probleme, respectiv:

— transportul diverselor categorii de deșeuri radioactive, personal, materiale;
— aerajul camerelor de depozitare și a lucrărilor de deservire;
— modul de transport și depozitare;
— evacuarea eventualelor infiltrații de apă;
— profilul lucrărilor miniere și modul de săpare;
— perimetre de protecție și pilieri de siguranță;
— sigilarea depozitului de deșeuri;
— iluminarea depozitului;
— izolarea camerelor de depozitare umplute și asigurarea depozitării pe termen lung;
— asigurarea punctelor de control a poluării mediului;
— construcții de suprafață.

În general, în formaţiunile geologice de adîncime se depozitează radionuclizi cu viaţă lungă sau medie şi înaltă activitate. La construcţia depozitelor trebuie avute în vedere cîteva elemente de principiu, respectiv.

1. Depozitele de adîncime trebuie să fie astfel amplasate pe verticală încît să asigure, pe de o parte o protecţie suficientă faţă de influenţele posibile ale mediului înconjurător: seisme, impactul cu meteoriţi, eroziune, inundaţii, activităţi umane etc., iar pe de altă parte să ofere siguranţă în exploatare şi depozitare faţă de presiunea litostatică în condiţii de influenţe termice şi a radiaţiilor datorate dezintegrării radionuclizilor.

Faţă de caracteristicile mecanice ale rocilor, dimensiunea galeriilor, caracteristicile geologice etc., adîncimile considerate optime sînt sub 200 m şi nu mai adînci de 1 000 m.

2. Depozitul de deşeuri în subteran trebuie să asigure: camera de depozitare a deşeurilor; căi de transport a deşeurilor, personalului, materialelor etc.; căi de acces pe verticală şi orizontală; căi de evacuare a apelor; căi de intrare şi evacuare a aerului. Ariile folosite pentru depozitarea deşeurilor pe categorii de deşeuri, precum şi pentru alte activităţi fără substanţe radioactive, trebuie să fie în perimetre separate.

3. Containerele cu deşeurile cu înaltă activitate şi degajare de căldură se depozitează în puţuri special săpate în talpa camerelor de depozitare. Containerele cu deşeuri slab şi mediu active sau alfa active se pot depozita direct în camerele de depozitare, în rînduri suprapuse, separat pe tipuri de deşeuri şi activate.

4. Depozitul trebuie proiectat şi construit astfel încît să asigure:

- expunerea la iradiere şi contaminare a personalului expus profesional şi a populaţiei, cît se poate de mult sub nivelul dozelor maxime permise;
- orice condiţii de accident potenţial să nu ducă la daune neacceptabile pentru populaţie, să asigure protecţia surselor de apă actuale şi viitoare;
- căile de acces în depozit, căile de intrare a aerului şi de transport trebuie astfel concepute încît să asigure căi separate pentru: transportul containerelor puternice active (se transportă în containere speciale — containere de transfer); containerelor ecranate sau neecranate medii sau slab active; accesul personalului, materialelor şi a aerului curat; evacuarea aerului viciat din zona camerelor de depozitare; evacuarea aerului viciat din alte zone.

5. Asigurarea stabilităţii spaţiului de depozitare pe o perioadă foarte lungă de timp, în condiţiile de influenţe termice şi a radiaţiilor.

6. Izolarea şi asigurarea camerelor de depozitare pentru depozitarea deşeurilor pe termen lung se face prin închiderea şi separarea de restul lucrărilor miniere după ce în prealabil au fost eventual rambleiate cu material foarte impermeabil (cu capacitate mare de sorbţie şi conductivitate termică ridicată, de ex.: bentonită sau bentonită în amestec cu nisip).

7. În lucrările miniere de depozitare (camere de depozitare) se prevăd, după caz, bariere artificiale de retenţie a radionuclizilor sau ecranare contra apelor, de ex.: torcretarea sau betonarea unor zone, crearea unui pat impermeabil în galeriile de depozitare.

8. Debitul de aer necesar, pe lîngă alte criterii miniere care se iau în considerare în calculul acestuia, trebuie să asigure evacuarea şi diluarea gazelor radioactive ce pot fi emanate de deşeurile radioactive (Rn, Xe, Kr etc.). Gazele nobile pot fi eventual captate şi păstrate pînă la dezintegrare.

9. Aerul trebuie astfel dirijat la suprafaţă încît să nu se îndrepte spre zone populate decît după diluţia corespunzătoare a factorilor nocivi.

10. Transportul şi alegerea utilajelor de transport trebuie să asigure manipularea de la distanţă a containerelor, respectiv radiosecuritatea deplină a personalului.

11. Eventualele ape ce se ivesc trebuie astfel dirijate fără a se amesteca cele din zonele cu deşeuri radioactive cu cele din alte zone şi avînd posibilitatea de probare a lor şi, dacă este cazul, stocarea şi decontaminarea lor.

12. Volumul excavaţiilor şi profilul acestora se va dimensiona funcţie de: volumul total al deşeurilor ce se vor depozita pe tipuri de deşeuri; dimensiunea containerelor; pilieri necesari pentru deşeurile ce dezvoltă căldură; rata de venire a containerelor; necesităţile de aeraj; volumul lucrărilor miniere ce se execută în paralel (săpări, rambleieri).

13. Profilul excavaţiilor trebuie să ţină seama de mijloacele de transport şi manipulare a containerelor şi de durata mare de depozitare a deşeurilor (durată care se calculează pentru fiecare radionuclid în parte) în condiţii de influenţe termice şi a radiaţiilor datorate dezintegrării.

14. Iluminatul trebuie să asigure posibilitatea manipulării, în siguranţa, a deşeurilor radioactive, precum şi controlul vizual al aparatelor şi containerelor.

15. Lucrările de excavare trebuie astfel dirijate şi metodele de săpare astfel alese încît să nu conturbe stabilitatea rocii-gazdă sau a containerelor depozitate.

16. Crearea, respectiv calculul, unui pilier de siguranţă în care să nu se execute alte lucrări miniere sau de foraj.

17. Calculul unor pilieri, respectiv distanţe, între camerele de depozitare care ţin seama de: caracteristicile termomecanice ale rocilor,

caracteristicile termice la peretele containerului, efectele radiațiilor.

18. Calculul unei zone de protecție și supraveghere hidrogeologică.

19. Delimitarea unor zone de control și supravegherea radioactivă a zonei.

20. Fixarea sau crearea unor puncte de observație privind poluarea mediului (izvoare, ape curgătoare, foraje etc.).

21. Construcțiile de suprafață trebuie să aibă în vedere: căi sigure de acces la depozit; primirea și recepționarea containerelor; inspecția vizuală a containerelor; depozitarea intermediară a containerelor; pregătirea pentru transport, încărcarea și transportul containerelor, complex dozimetric și de decontaminare; gospodărirea și circuitul materialelor de rambleiere; colectarea eventualelor ape radioactive; tratarea apelor radioactive și a altor deșeuri; eliminarea deșeurilor gazoase, eventual filtrarea prealabilă; facilități necesare activităților miniere.

22. Integritatea depozitului trebuie să fie asigurată și pentru cazuri de dezastre naturale.

*

Elaborarea, executarea și gospodărirea unui depozit de deșeuri radioactive, după experiența obținută pînă în prezent, necesită mai multe etape de lucru, respectiv:

- luarea unei decizii administrative privind modul de evacuare;
- studierea teritoriului național în acest scop;
- selectarea preliminară și confirmarea amplasamentelor convenabile ca depozit;
- studierea și confirmarea amplasamentului;
- proiectarea depozitului de deșeuri radioactive;
- construcția și darea în funcțiune a depozitului;
- exploatarea și deservirea pe perioada de funcționare activă a depozitului.
- gospodărirea depozitului după umplere și închidere, pe o perioadă foarte lungă de timp;
- asigurarea măsurilor de radioprotecție și urmărirea impactului cu mediul înconjurător pe timpul funcționării și după închiderea depozitului.

În aproape toate aceste etape intervin și studiile și cercetările geologice, hidrogeologice, miniere sau chiar desfășurarea de activități miniere (foraje, săparea lucrărilor miniere, întreținerea lucrărilor miniere etc.) în unele etape, ținînd seama de volumul lucrărilor și scopul urmărit.

Bibliografie

[1] Guidebook, A. *Shollow Ground disposal of Radioactive Wastes.* Safety Series nr. 53, I.A.E.A., Viena, 1981.

[2] * * * *Safety Asseessment for the underground Disposal of Radioactive Wastes.* Safety Series nr. 56, I.A.E.A., Viena, 1981.

[3] * * * *Site Selection Factors for Repositories of solid High-Level and Alpha-Bearing Wastes in geological Formations.* Technical Reports, Series nr. 177, I.A.E.A., Viena, 1981.

[4] * * * *Site Investigations for Repositories for solid Radioactive Wastes in Deep Continental Geological Formations.* Technical Reports, Series nr. 215, I.A.E.A., Viena, 1982.

[5] * * * *Site Investigations for Repositories for solid Radioactive Wastes in shallow ground.* Technical Reports, Series 216, I.A.E.A., Viena, 1982.

[6] * * * *Evacuation des dechets radioactifs dans le sol.* Colection Securite nr. 15, I.A.E.A., Viena, 1966.

[7] * * * *Proceedings of Symposiun Otaniemi* 2—6 July 1979. Underground Disposal of Radioactive Wastes, vol 1—2, I.A.E.A., Viena, 1980.

[8] * * * *Radioactive Wastes.* U. S. Atomic Energy Commission, 1969.

[9] * * * *Disposal of Radioactive Wastes into the ground.* vol 1—2, I.A.E.A., Viena, 1976.

[10] * * * *The state of Waste Disposal Technology, Mill Tailings and Risk Analysis Models.* Waste manegement 80 U.S.A., 1980.

Contribuții la purificarea nisipurilor cuarțoase utilizate în industria sticlei

Ing. **I. Orășeu**
Centrala Sării și Nemetaliferelor

I. Condiții de calitate

Nisipurile cuarțoase, principalul constituent al sticlei comerciale obișnuite, utilizate în proporție importantă în compoziția sticlei sînt, de obicei, formate dintr-o fracțiune ușoară (cuarț, calcit, feldspat etc.) și o fracțiune grea (hematit, limonit, magnetit, ilmenit etc.). Metalele grele și oxizii acestora (Fe_2O_3, Cr_2O_3, TiO_2 etc.), care se găsesc, de obicei, în fracțiunea grea, au acțiune colorantă și conduc la creșterea punctului de fuziune al amestecului pentru fabricarea sticlei.

În funcție de sortul de sticlă care trebuie fabricat, conținutul de oxizi dăunători din nisipurile cuarțoase se limitează la valori care nu influențează calitatea sticlei și proprietățile fizico-mecanice ale acesteia.

În țara noastră, condițiile de calitate impuse nisipurilor cuarțoase pentru fabricarea sticlei și geamurilor sînt reglementate prin STAS 9203/1978 [1].

Principalele elemente dăunătoare din nisipurile cuarțoase sînt următoarele.

- Trioxidul de fier (Fe_2O_3) colorează sticla în verde și conținutul său în nisipuri se limi-

tează la 0,03—0,35%, funcție de sortul de sticlă care se fabrică (sticlă albă de menaj, albă de ambalaj, semicristal, geam tras, sticlă colorată de ambalaj etc.). Pentru sorturile de sticlă tehnică specială (glazuri pentru ceramică fină, fire și fibre de sticlă, dispersoare, sticlă cristal și semioptică) conținuturile de fier (Fe_2O_3) trebuie să fie de 0,03—0,01%. Pentru fabricarea sticlei optice se impune un conținut de maximum 10 ppm Fe_2O_3, iar pentru sticla laser și fibre optice conținuturile de Fe_2O_3 impuse sînt de ordinul 10—20 ppb.

- Oxidul de crom (Cr_2O_3) colorează sticla în galben-verzui și, de aceea, conținutul maxim trebuie să fie de 0,001% pentru sticla obișnuită și maximum 1 ppm pentru sticla optică.
- Oxidul de titan (TiO_2) conferă sticlei culoarea galbenă și, de aceea, conținutul maxim trebuie să fie de 0,05% pentru sticla albă de menaj, 0,1—0,3% pentru celelalte sortimente de sticlă și 1 ppm pentru sticla optică.
- Oxidul de aluminiu (Al_2O_3) trebuie să aibă un conținut maxim de 0,3—3% în funcție de sortul de sticlă care se fabrică.

De asemenea, un rol însemnat îl joacă compoziția granulometrică a nisipurilor cuarțoase care trebuie să fie de 80% în fracțiunea 0,1—0,5 mm.

II. Metode de purificare a nisipurilor cuarțoase

Zăcăminte de nisip în stare naturală cu puritatea cerută de industria sticlei sînt foarte puține în lume. Nisipuri cuarțoase cu grad înalt de puritate se găsesc numai în culcușul unor zăcăminte de cărbuni. În aceste cazuri, cărbunii funcționează ca filtru și absorbant pentru apele de circulație cu acizi humici, care solubilizează oxizii de fier din nisipuri, purificîndu-le.

Astfel de zăcăminte se cunosc în S.U.A., Franța, R.D. Germană.

Pentru utilizarea nisipurilor cuarțoase la fabricarea sticlei se impune îndepărtarea impurităților minerale, în special de oxizi coloranți (Fe_2O_3, Cr_2O_3, TiO_2 etc.), precum și corectarea compoziției granulometrice a nisipului cuarțos.

Impuritățile minerale pot fi prezente sub următoarele forme:

— impurități minerale sub formă de granule libere;

— impurități minerale sub formă de pelicule pe granule de cuarț;

— impurități sub formă de incluziuni în granulele de cuarț.

Ca metode de purificare, în funcție de natura impurităților și modul de prezentare a acestora, se utilizează metode de preparare mecanică și hidrogravitică (clasare volumetrică, clasare în hidrocicloane, atriția, spălarea, deșlamare), flotația impurităților minerale sau a granulelor de cuarț, separarea magnetică și uneori tratarea chimică [1—10].

III. Cercetări privind flotația nisipurilor cuarțoase din zona Vălenii de Munte

După cum se cunoaște, principalul producător de nisipuri cuarțoase pentru fabricarea geamurilor, sticlăriei de ambalaj colorate și semialbe, precum și de nisip pentru turnătorie, este Intreprinderea de exploatare și preparare materii nemetalifere Vălenii de Munte. Nisipul brut se exploatează în sectoarele Gura Vitioarei, Frînghiești și Crivineni, atît în carieră, cît și în subteran.

Nisipul cuarțos brut din această zonă este constituit din circa 98% cuarț transparent la care se adaugă oxizi și hidroxizi de fier sub formă de pelicule sau aglomerări cimentate, feldspat, ilmenit, disten, zircon, staurolit, turmalină, clorit, glauconit, sfen etc.

Din punct de vedere granulometric, aceste nisipuri fac parte din grupa nisipurilor fine spre mijlocii, fiind cuprinse în proporție de 58—70% în clasa 0,4—0,1 mm și 30—42% sub dimensiunea de 0,1 mm.

Conținuturile în principalele elemente din nisipul brut variază în următoarele limite: 93,8—96,4% SiO_2; 0,3—0,74% Fe_2O_3; 1,5—2,0% Al_2O_3.

Trebuie subliniat că nisipul brut prezintă variații foarte mari ale conținuturilor chimico-mineralogice și ale repartiției granulometrice, ceea ce se repercutează, în mod negativ, asupra calității nisipului preparat și a randamentelor de extracție.

Cercetările au urmărit stabilirea posibilităților de înlocuire a naftenatului de sodiu (3 kg/t) și a leșiei naftenice (5 kg/t) — reactivi deficitari pe economie — cu alți reactivi colector-spumanți de producție indigenă, în vederea asigurării calitative și cantitative a necesarului de nisip cuarțos preparat pentru industria sticlei și turnătorii [11].

Cercetările în fază laborator au fost executate pe o probă de nisip semispălat (alimentarea operației de flotație) de la Gura Vitioarei și de la Frînghiești.

Au fost executate încercări cu un număr de 16 reactivi colectori de tip anionic și cationic și un reactiv spumant de producție indigenă și 6 reactivi colectori, de import, variindu-se toți parametrii de flotație (tipul și consumul de colector, timpul de condiționare, timpul de flotație, diluția de lucru, *p*H-ul tulburelii, depresanți pentru mineralele purtătoare de fier și pentru nisipul cuarțos etc.).

Pe lîngă încercările de flotație au fost abordate și alte linii de cercetare cum ar fi atriția, separarea magnetică, recircuitarea apelor reziduale etc.

În urma cercetărilor au fost stabilite 5 rețete optime de flotație. Cei mai indicați reactivi s-au dovedit a fi săpunul pastă 40% s.a., ulei de tall, petrol lampant, prolacol (dibu-

til naftalin sulfonat de sodiu) sub formă de amestecuri, iar ca reactiv spumant—flotarom U.

Reţetele şi consumurile optime de reactivi au fost următoarele ($pH = 7,0$; reactivii se adaugă în două trepte sub formă de soluţie cu concentraţia de 5—10%);

Reţeta 1

— amestec, săpun pastă + ulei tall 1/1, 350 g/t;
— flotarom U, 75 g/t.

Reţeta 2

— săpun pastă, 350 g/t
— petrol lampant, 300 g/t } colectori;
— flotarom U, 25 g/t.

Reţeta 3

— amestec; săpun pastă + prolacol 1/1, 350 g/t;
— flotarom U, 50 g/t.

Reţeta 4

— prolacol, 350 g/t
— petrol lampant, 300 g/t } colectori;
— flotarom U, 75 g/t.

Reţeta 5

— amestec, ulei tall + petrol lampant 1/1, 250 g/t;
— flotarom U, 75 g/t.

Rezultatele obţinute sînt redate în fig. 1 şi 2.

Din datele prezentate se pot observa.

— În cazul nisipului Gura Vitioarei, printr-o clasare la 0,63 mm urmată de flotarea clasei — 0,63 mm şi separarea magnetică a nisipului flotat sau clasare la 1 mm, atriţia şi spălarea (deşlamarea) clasei sub 1 mm şi flotaţia nisipului atriţionat, s-a reuşit eliminarea a circa 78% din Fe_2O_3 conţinut în probă.

— În cazul nisipului Frînghieşti, prin aceleaşi procedee, s-a reuşit eliminarea a 75—78% din Fe_2O_3 conţinut în probă.

— Reţetele de reactivi stabilite ca optime au selectivitate ridicată, în spumă colectîndu-se, în principal, numai mineralele purtătoare de fier, alumină şi şlamuri.

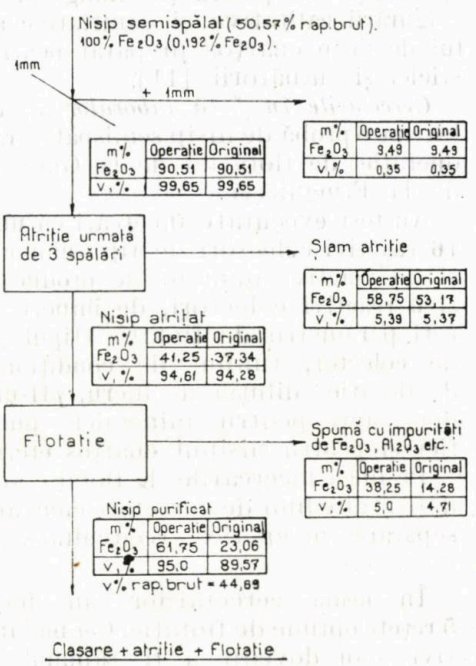
— Operaţia de atriţie conduce la eliminarea a circa 50% din Fe_2O_3 conţinut în proba supusă operaţiei, iar separarea magnetică în cîmp înalt după flotaţie conduce la ridicarea calităţii nisipului preparat.

Cercetările în fază industrială au urmărit transpunerea în practică a reţetelor de reactivi colectori şi spumanţi, stabilite ca optime în urma cercetărilor executate în fază laborator.

Experimentările în faţă industrială au fost executate, în principal, pe nisipul din cariera Gura Vitioarei (în perioada 5—30 iunie şi 5—15 iulie 1978) deoarece aceasta deţine ponderea cea mai mare în producţia actuală. Pentru experimentări au fost necesare executarea unor amenajări în instalaţie (confecţionarea de alimentatoare cu ac pentru dozarea reactivului spumant, improvizarea unei staţii de dizolvare a reactivilor colectori, separarea conductelor de dozare a reactivilor pentru a se putea lucra concomitent cu reactivi noi şi naftenat de sodiu etc.). Schema principială a fluxului tehnologic de la Gura Vitioarei este redată în figura 3.

În timpul experimentărilor în fază industrială au fost întîmpinate mari greutăţi datorate, în special, unei funcţionări cu o alimentare cu nisip foarte variabilă, nisip puternic impurificat cu granule grobe de oxihidroxizi de fier şi marne.

După cum se poate observa din figura 4, experimentările au fost executate pe o linie



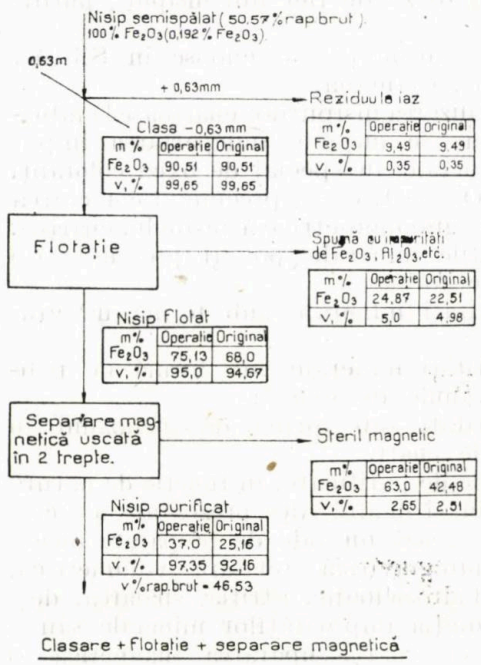


Fig. 1. Rezultatele obţinute în cazul nisipului Gura Vitioarei

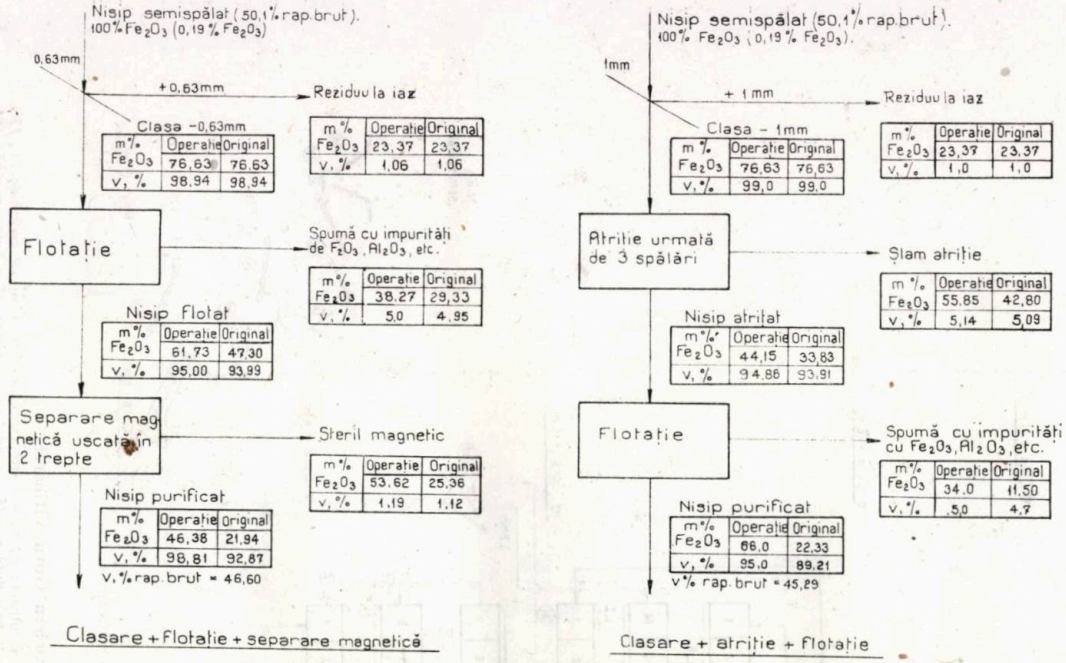


Fig. 2. Rezultatele obținute în cazul nisipului Frînghiești

de flotație formată din 14 celule sau din 7 celule, cu reactivi noi, comparativ cu naftenat de sodiu sau leșie naftenică, pe alte linii similare. Analizele chimice au fost executate, atît la I.E.P.M.N. Văleni, cît și la Institutul de cercetări și proiectări tehnologice sticlă și ceramică fină București.

În urma experimentărilor s-au desprins următoarele concluzii.

● Au fost stabilite patru rețete de reactivi colectori și un reactiv spumant care se pot utiliza la flotația nisipului cuarțos de la Vălenii de Munte, în locul leșiei naftenice sau naftenatului de sodiu. Rețetele de reactivi noi au condus la obținerea de rezultate similare celor obținute la flotația cu leșie naftenică sau naftenat de sodiu.

● Rețetele de reactivi noi [12] care se recomandă a fi utilizate, sînt :

1 — săpun pastă + ulei de tall 1/1, 500g/t, flotarom U, 40 g/t ;
2 — săpun pastă + ulei tall + petrol lampant 4/3/3, 500 g/t, flotarom U, 40g/t ;
3 — săpun pastă + petrol lampant 9/1, 500 g/t, flotarom U, 40 g/t ;
4 — săpun pastă, 550 g/t, flotarom U, 45 g/t.

● Toate rețetele de reactivi colectori necesită pregătirea sub formă de soluție cu concentrația de 10% ce se realizează prin agitare în apă caldă cu adaos de 1 kg NaOH fulgi/m^3 de soluție (cca 5 g/t nisip prelucrat), în vederea dizolvării săpunului pastă și emulsionării uleiului de tall, care nu se dizolvă în apă caldă. Pentru realizarea acestui deziderat a fost necesară realizarea unei stații de pregătire a reactivilor. De asemenea, este necesară condiționarea tulburelii cu reactivii colectori înainte de flotație.

● Rețetele de reactivi noi au acțiune puternic colectoare pentru mineralele melanocrate (oxihidroxizi de fier, alumosilicați, argile) cu dimensiunea sub 0,5 mm, precum și o mare selectivitate față de cuarț, în spumă necolectîndu-se nisip cuarțos.

● Față de încercările în fază laborator a fost necesară schimbarea proporțiilor de amestec a reactivilor colectori, iar consumurile au fost ceva mai mari. Acest lucru se datorează condițiilor specifice din instalația de preparare de la Vălenii de Munte.

● Grăunții grobi de oxihidroxizi de fier și marne cu dimensiuni peste 0,5 mm, care impurifică puternic nisipul, nu se pot elimina prin flotație din cauza greutății lor, iar prin clasare pe ciurul vibrant de 0,8—1 mm se elimină numai o parte din ei. Prezența acestor grăunți se datorează, în special, sfărîmării bulgărilor +40 mm în moara cu impact și lipsei din flux a operației de atriție.

● Prin aplicarea noilor rețete de reactivi s-a reușit scăderea conținutului de fier din nisipul supus flotației în proporție de 32—42%, ceea ce a confirmat rezultatele obținute în laborator. În funcție de conținutul nisipului din alimentarea instalației se obțin următoarele sortimente de nisip.

● Nisipuri purificate pentru sticlărie :

S—III : min. 98% SiO_2 ; max. 0,1% Fe_2O_3 ; PL—max. 1% ; min. 78% clasa 0,6—0,1 mm ; max. 20% sub 0,1 mm.

S—IV : min 98% SiO_2 ; max. 0,15 % Fe_2O_3 ; PL—max 1% ; min. 78% clasa 0,6—0,1 mm ; max. 20% sub 0,1mm.

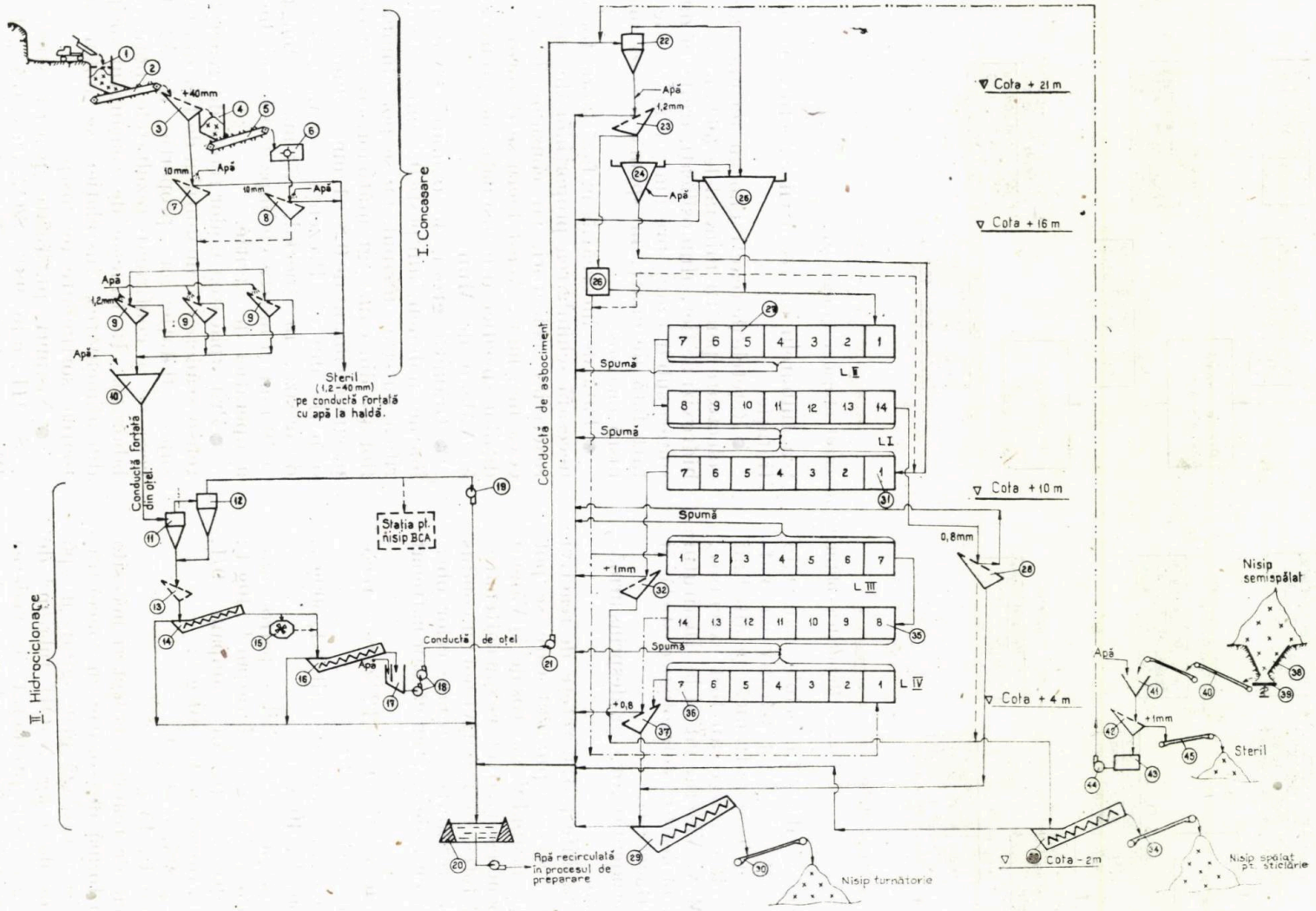


Fig. 3. Schema fluxului tehnologic de preparare a nisipului din cariera Gura Vitioarei:

1 — buncăr de nisip brut; *2* — transportor cu plăci; *3* — ciur vibrant; *4* — siloz; *5* — transportor cu plăci; *6* — concasor cu impact; *7*; *8*; *9* — site vibrante; *10* — jomp de recepție; *11*; *12*; *22* — hidrociclon cu diametrul de 250 mm; *13*; *23*; *28*; *32*; *37*; *42* — ciururi vibrante; *14*; *16*; *29*; *33* — clasoare spirale duplex; *15* — celule de atriție; *17* — jomp pompă; *18*; *19*; *21*; *44* — pompe centrifuge; *20* — iaz de decantare; *24* — con curent ascendent de apă; *25* — con clasor; *26* — bazin de distribuție a tulburelii; *27*; *35* — baterii celule de flotație pentru nisip de sticlărie; *31*; *36* — baterii de celule de flotație pentru nisip de turnătorie; *30*; *34*; *40*; *45* — transportor cu bandă; *38* — buncăr de recepție; *39* — alimentator cu masă rotativă; *41* — bazin de amestec; *43* — bazin alimentare pompă.

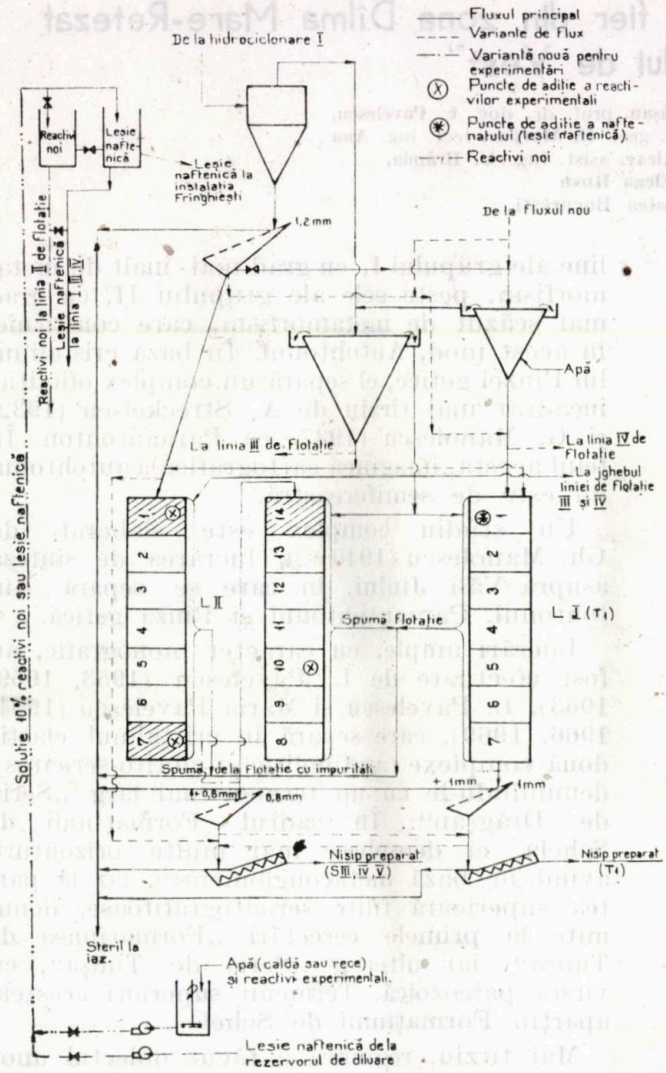


Fig. 4. Schema fluxului tehnologic utilizat în timpul experimentărilor cu reactivi noi.

S—V: min. 97,5% SiO_2; max. 0,2% Fe_2O_3; PL—max 1,5%; min.78% clasa 0,6—0,1 mm; max. 20% sub 0,1 mm.

● Nisipuri de turnătorie:

T—1: min. 97,5% SiO_2; max. 0,5% Fe_2O_3; PL—max. 0,2 — 0,3%; M 50 — 0,16 mm; GU—min. 70%;

T—2: min. 97% SiO_2; max. 0,5% Fe_2O_3; PL—max. 0,3—0,5%; M 50—0,14 mm; GU—min. 70%.

● Încercările de atriție, separare magnetică și analize chimico-granulometrice executate în laborator pe produsele colectate în timpul experimentărilor industriale au scos în evidență faptul că atriția nisipului înaintea flotației este o operație absolut necesară pentru îmbunătățirea calității nisipului preparat. Separarea magnetică (la 20 000 Oë) a nisipului flotat conduce la îmbunătățirea calității nisipului flotat. Este necesară, de asemenea, eliminarea din flux, în proporție mai mare, a clasei sub 0,063 mm, care are un conținut ridicat de Fe_2O_3 și argilă. Prin completarea fluxului tehnologic cu aceste operații se scontează pe obținerea de nisip cu 0,04—0,07% Fe_2O_3.

● Rețetele de reactivi noi conduc la costuri suplimentare de circa 2 lei/t nisip prelucrat (costul reactivilor, energie, păcură pentru încălzirea apei utilizate la pregătirea reactivilor, costuri de transport etc.), comparativ cu utilizarea leșiei naftenice. Aceste costuri sînt însă acoperite de creșterea cu circa 2% a extracției în greutate de nisip purificat.

Concluzii

În concluzie, se poate arăta că încă din anul 1981, după realizarea stației de pregătire a reactivilor, I.E.P.M.N. Vălenii de Munte utilizează, cu succes, noile rețete de reactivi [12] la flotația nisipului cuarțos, în locul naftenatului de sodiu, care este un produs deficitar. În acest mod se evită importul de reactivi de flotație și se utilizează o tehnologie simplă care nu necesită utilizarea reactivilor modificatori (H_2SO_4 sau Na_2CO_3) la consumuri ridicate, noile rețete de reactivi acționînd eficient în mediu neutru la flotația impurităților purtătoare de Fe_2O_3, TiO_2, Al_2O_3 din nisipurile cuarțoase destinate fabricării sticlei. De asemenea, reactivii utilizați au o selectivitate foarte ridicată față de cuarț, ceea ce conduce la micșorarea pierderilor de nisip cuarțos în spuma operației de flotație.

Bibliografie

[1] Orăscu, I. *Materii prime nemetalifere utilizate în industria sticlei și ceramicii fine — nisipuri cuarțoase.* Industria ușoară, nr. 2, 1978, p. 71—76.

[2] Fuerstenau, D. W. *Froth Flotation 50-th Anniversary Volume.* The American Institute of Mining, Metallurgical and Petroleum Engineers, Inc., New York, S.U.A., 1962, p. 176, 191, 427.

[3] * * * *Mineral Processing Flowsheets.* Ed. Denver Equipment Co., Denver, S.U.A., 1962, p. 170.

[4] Brana, V. *Zăcămintele nemetalifere din România.* Ed. tehnică, București, 1967, p. 362.

[5] Gaudin, A. M. *Flotația.* Ed. Gosgortehizdat, Moscova, 1959, p. 563.

[6] Taggart, A. F. *Handbook of Mineral Dressing.* John Willey and Sons, Inc, New York, S.U.A., 1954, Secțiunea 3, p. 92.

[7] Pregliasco, S. *Impiego di sabbie feldspatiche nella produzione di vetro cavo.* Rivista della Stazione Sperimentale del Vetro, nr. 3, 1977, p. 125.

[8] Rinneli, G. *Impiego delle tehniche di tratamente dei minerali per la valorizzazione di materie prime utilizabili nell industria del vetro.* Rivista della Stazione Sperimentale del Vetro, nr. 3, 1977, p. 145.

[9] Ilie, P. *Regimuri de preparare a substanțelor minerale utile.* Ed. tehnică, București, 1978, p. 306.

[10] Ilie, P. *Reactivi de flotație.* Ed. tehnică, București, 1982, p. 268.

[11] Orăscu, I. *Cercetări privind posibilitățile de înlocuire a naftenatului de sodiu cu un alt reactiv indigen la flotația nisipului cuarțos de la Vălenii de Munte.* Studiu I.C.P.T.S.C.F., 1977—1978, fază laborator și industrială.

[12] Orăscu, I. ș.a. Brevet R.S.R. nr. 78627/1979.

Aspecte privind mineralizația de fier din zona Dîlma Mare-Retezat Valea Jiului de Vest*)

Prof. dr. doc. ing. **B. Almășan**, prof. dr. doc. **L. Pavelescu**, lect. dr. ing. **C. Calotă**, lect. geol. **D. Mercus**, lect. ing. **Ana Mercus**, lect. ing. **I. Alexe**, asist. ing. **V. Brânda**, ing. **Elena Rusu**
Universitatea București

I. Introducere

În cursul anilor 1979 și 1980, colectivul de cercetare de la Universitatea din București a efectuat prospecțiuni pentru identificarea mineralizațiilor de fier din perimetrul dealului Dîlma Mare-Retezat, în raza satului Cîmpul lui Neag (circa 10 km amonte), județul Hunedoara.

Avînd la bază informațiile geologice din Munții Vîlcan (G. Manolescu, 1937, 1940) și Munții Retezat (L. Pavelescu, 1948, 1953), cît și rezultatele cercetărilor prin lucrări miniere efectuate de I.S.E.M. București (1952—1953), I. Solomon (1964), colectivul și-a propus ca prin lucrări de mare detaliu, geologice și geofizice, să contureze poziția și caracterul acestei mineralizații, în vederea determinării indicatorilor metalogenetici cu valoare de aplicabilitate regională.

Cercetările s-au desfășurat în Valea Jiului de Vest, într-o zonă cuprinsă între Valea Răstovanul la est și Valea Peștișanului la vest. La nord, limita zonei cercetate este marcată de aliniamentul Tîrla Mieilor-Piule-Valea Butei, continuînd pe Valea Buta, pînă la confluența cu Valea Jiului. Limita sudică este reprezentată de un aliniament vest-est prin Vîrful Mare (Culmea Oslea).

La efectuarea lucrării au participat și studenți geologi și geofizicieni.

II. Prezentare geologică și petrografică

1. *Cercetările geologice anterioare*

Primele observații geologice aparțin lui Dionisyus Stur (1866) și Bella v. Inkey (1889). Fr. Schafarzik (1898) și F. Nopcsa (1905) întocmesc hărți geologice la scara 1 :75.000, în care sînt delimitate șisturile cristaline, rocile granitoide și depozitele sedimentare ale bazinului Petroșani. Fr. Nopcsa figurează de-a lungul Văii Jiului de Vest formațiuni mezozoice (jurasic), care au în bază corpuri eruptive diabazice și tufuri vulcanice.

O contribuție însemnată o aduce schița tectonică a Carpaților Meridionali, prezentată de G.M. Murgoci (1910), în care acesta prezintă structura în pînză de șariaj a șisturilor cristaline ale grupului I, cu grad mai înalt de metamorfism, peste cele ale grupului II, cu grad mai scăzut de metamorfism, care constituie, în acest mod, Autohtonul. În baza cristalinului Pînzei getice, el separă un complex ofiolitic, încadrat mai tîrziu de A. Streckeisen (1932) și G. Manolescu (1937) ca Paraautohton. În felul acesta, imaginea cartografică a autohtonului este de semifereastră.

Un studiu complex este elaborat de Gh. Manolescu (1940) în lucrarea de sinteză asupra Văii Jiului, în care se separă Autohtonul, Paraautohtonul și Pînza getică.

Lucrări ample, cu caracter monografic, au fost efectuate de L. Pavelescu (1953, 1959, 1963), L. Pavelescu și Maria Pavelescu (1964, 1966, 1969), care separă în cristalinul clastic două complexe (amfibolitic și clorito-sericitos), denumindu-le cu un termen mai larg „Seria de Drăgșan". În cadrul Formațiunii de Schela, ei deosebesc mai multe orizonturi, avînd în bază metaconglomerate, iar la partea superioară filite sericitografitoase, denumite la primele cercetări „Formațiunea de Tulișa", iar ulterior „Seria de Tulișa", cu vîrstă paleozoică. Termenii superiori acesteia aparțin Formațiunii de Schela.

Mai tîrziu, regiunea a făcut obiectul unor cercetări de detaliu executate de I. Solomon, I. Stănoiu, S. Năstăseanu. Contribuțiile se referă la noi modalități de organizare structurală a formațiunilor, natura materialului premetamorfic, unele precizări asupra vîrstei șisturilor cristaline ale Seriei de Tulișa, unele pe baza analizelor de spori-polen.

Din anul 1978, un colectiv de cercetare de la Universitatea din București, considerînd posibilă perspectiva unor mineralizații de fier, a desfășurat o activitate de cercetare sintetizată în această lucrare.

2. *Geologia și petrografia*

La alcătuirea geologică a perimetrului participă : formațiuni aparținînd Autohtonului danubian, cele ale Bazinului posttectonic Petroșani și depozite cuaternare (fig. 1).

2.1. Formațiunile Autohtonului danubian sînt constituite din : șisturile cristaline ale Seriei de Drăgșan, granitoide, o suită cu grad scăzut de metamorfism — Seria de Tulișa și depozite sedimentare mezozoice.

*) Lucrare distinsă cu premiul I la faza a II-a a Festivalului național „Cîntarea României"

2.1.1. Şisturile cristaline ale Seriei de Drăgşan constituie formaţiunea de fundament în zona cercetată şi aflorează de sub formaţiunile mai noi, ca parte a semiferestrei şisturilor Autohtonului, care se dezvoltă regional.

În cadrul şisturilor cristaline ale acestei serii, L. Pavelescu (1953), observînd structurile şi texturile relicte, compoziţia mineralogică şi raporturile stratigrafice, separă două complexe: complexul inferior amfibolitic şi complexul superior clorito-sericitos.

assyntice, au suferit o adaptare la condiţiile faciesului şisturilor verzi, eventual albit-epidot-amfibolitic. Complexul amfibolitic este străbătut pe de o parte de numeroase filoane de roci granitoide, iar în masa rocii se recunosc procese de granitizare.

I. Solomon, Adina Visarion şi Magdalena Iordan (1976) atribuie acestui complex vîrsta infracambriană.

b. Complexul clorito-sericitos urmează peste complexul amfibolitic; limita între cele două

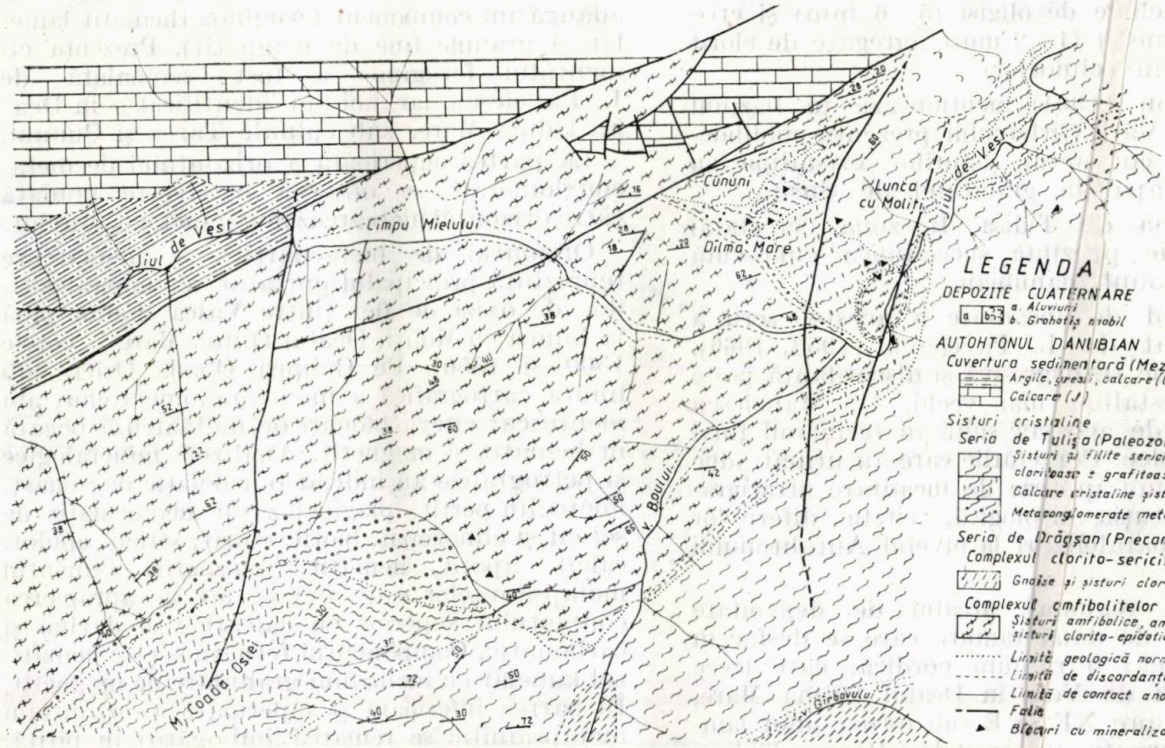


Fig. 1. Schiţa geologică a zonei Dîlma Mare—Oslea din bazinul superior al Văii Jiului de Vest

a. Complexul amfibolitic este întîlnit pe versantul nordic al Muntelui Coada Oslei pînă în Valea Jiului de Vest, iar în zona din aval de Poiana Cîmpu Mielului, pînă în dreptul confluenţei cu Valea Gîrbovului, de asemenea în versantul stîng al Văii Jiului de Vest, în dealul Pleşei. Complexul este caracterizat prin următoarele tipuri de roci: gnaise amfibolice cu granat, gnaise amfibolice cu biotit şi granat, gnaise amfibolice cu epidot, amfibolite, şisturi amfibolitice, şisturi clorito-epidotice cu actinot, şisturi amfibolice-sericitoase, metadiorite şi metagabbrouri. Aceste tipuri petrografiece prezintă îndinţări laterale, ceea ce determină dificultăţi de cartografiere riguroasă.

Sintetizînd totalitatea caracterelor, rocilor din complexul amfibolitic fac să li se atribuie o origine vulcanogen-sedimentară şi magmatogenă, reprezentînd magmatismul iniţialitic preassyntic (L. Pavelescu, Ana Mercus 1975). Ele s-au metamorfozat în condiţiile faciesului almandin-amfibolitic şi, ulterior, în ciclurile

complexe se poate stabili în versantul sudic al Muntelui Oslea, în afara perimetrului cercetat de noi. În zona cercetată este bine deschis în cursurile superioare ale văilor Boului şi Gîrbovului, Creasta Nedenţa şi Muntele Răstovanul. În acest complex, L. Pavelescu şi Maria Pavelescu (1964) au separat: şisturi clorito-sericito-cuarţitice, cele mai răspîndite, şisturi clorito-epidotice cu actinot şi albit, cuarţite, şisturi cuarţitice, gnaise cloritice, uneori şisturi amfibolice şi şisturi talcoase. Acestora, I. Solomon et al. (1976) le adaugă metatufurile riolitice.

2.1.2. Şisturile cristaline ale Seriei de Drăgşan, în partea nordică, sînt străbătute de un pluton de granitoide, cunoscut sub numele de granitul de Buta (L. Pavelescu, 1953), format din roci aparţinînd faciesului intruziv (granodiorite şi granodiorite adamelitice masive), de granulaţie medie, cu treceri la microgranodiorite adamelitice. În unele zone, granodioritele prezintă structuri gnaisice.

În legătură cu punerea în loc a acestui masiv, se observă și un complex filonian reprezentat prin roci nediferențiate (porfire cuarțifere) și diferențiate (aplite, pegmatite, cuarț hidrotermal și lamprofire).

În apropierea filoanelor de granite porfirice, șisturile cristaline prezintă hidrotermalizări. În zona cercetată la confluența Văii Gîrbovului cu Jiul de Vest s-au observat hidrotermalizări în șisturile cristaline ale complexului amfibolitic, constituite din: epidotizări, filonașe și lentile de cuarț, în care sînt incluse cristale lamelare de oligist (5—6 mm) și cristale de magnetit (1—2 mm), agregate de clorit criptocristalin (clinoclor).

I. Solomon (1964) menționează în bazinul superior al Văii Gîrbovului prezența molibdenitului, la contactul șisturilor cristaline cu filoane ce aparțin granitului de Șușița.

2.1.3. Seria de Tulișa. În zona cercetată, această serie prezintă succesiunea cunoscută din Autohtonul danubian.

Stratotipul de încadrare a acestei serii a fost elaborat de L. Pavelescu (1953, 1966), ca formațiune transgresivă și discordantă peste șisturile cristaline mai vechi. G. Manolescu (1937) include această suită în termenul final al seriei clasice. Cercetările care au urmat aduc în discuție noi ipoteze de încadrare stratigrafică, constituția litologică, vîrsta diferitelor orizonturi, paralelizări la nivelul Autohtonului danubian.

La nivel regional, arealul de dezvoltare este marcat de două ramuri, care se desfac în Creasta Oslei: o ramură nordică, care trece Valea Jiului de Vest în Dealul Dîlma Mare, continuînd spre NE și E sub forma unor lambouri conservate în crestele Baru, Tulișa, Dealul Sec, Valea Muncelul, cît și în sinclinalul faliat Valea Pilugu-Valea Crevedia; ramura sudică se dezvoltă pînă în Valea de Pești, în versantul nordic al Munților Vîlcan, continuîndu-se apoi în Munții Parîng.

Avînd în vedere observațiile noastre de teren și laborator, cît și analiza cercetărilor anterioare, am adoptat modelul geologic structural elaborat de L. Pavelescu, (1953), L. Pavelescu și Maria Pavelescu (1969), cît și cel elaborat de I. Solomon, cu adnotările necesare.

Din toate aceste elemente, am separat o succesiune de trei complexe: inferior, mediu și superior.

a. Complexul inferior este constituit din următoarele orizonturi: metaconglomerate (uneori feruginoase), arcoze și cuarțite feruginoase și calcare cristaline. Orizonturile bazale apar sub formă de lentile amplasate excentric în raport cu dezvoltarea orizontului de calcare cristaline, care se suprapun constant peste acestea. Orizonturile bazale lipsesc uneori sau sînt depășite transgresiv.

Orizontul de metaconglomerate reprezintă începutul ciclului de sedimentare. Elementele metaconglomeratelor au formă elipsoidală sau rotunjită (dimensiuni 15—25 cm sau de ordinul centimetrilor sau milimetrilor). Speciile petrografice care formează aceste elemente sînt: cuarțite cloritoase, șisturi cuarțitice cu sericit și clorit, cuarțite cu biotit și sericit și rare blocuri de granite rotunjite. Matricea (cimentul) heterogenă este cuprinsă între domeniul psamitic pînă la aleuritic (grezos-argilos), fiind cuarțitică și clorito-sericitoasă, la care se adaugă un component feruginos (hematit lamelar și granule fine de magnetit). Prezența cimentului feruginos a fost semnalată de L. Pavelescu, iar noi am identificat-o în Dealul Dîlma Mare, sub culmile Tarna și Cununi.

La partea superioară a orizontului de metaconglomerate se observă o trecere gradată către orizontul metaarcozelor și metacuarțitelor.

Orizontul de metacuarțite și metaarcoze reprezintă principalul purtător al mineralizațiilor de oxizi de fier (între Valea Boului pînă la Lunca cu Moliți, Dealul Dîlma Mare — cotele 1300 și 1350). Pe Culmea Coada Oslei, sub limita cartografică a metaconglomeratelor, am identificat cîteva blocuri de metaarcoză bogată în hematit și magnetit. Analizele mineralogice și petrografice au indicat o asociație de: cuarț, microclin-pertit, plagioclaz cu neoformații de sericit și clinozoizit, biotit, clorit, sericit, epidot, calcit, apatit, hematit, magnetit. Cimentul metapsamitelor este silicios, iar în apropierea contactului superior cu calcarele el devine și carbonatic. Componentul feruginos este hematitul lamelar cu incluziuni granulare de magnetit. În partea inferioară și superioară a orizontului metapsamitic se remarcă îmbogățiri în pirită, constituită în lentile (Valea Jiului în dreptul confluenței cu Valea Gîrbovului) sau benzi lenticulare (fereastra din Valea Jiului, între Valea Gîrbovului și Lunca cu Moliți, în ambii versanți). Pirita prezintă adesea un grad avansat de zdrobire și limonitizare.

Orizontul calcarelor cristaline prezintă un caracter evident transgresiv, așezîndu-se direct peste orizontul superior al Seriei de Drăgșan (sud și sud-vest de Creasta Oslei) sau peste orizontul inferior (nord și nord-est de Creasta Oslei, vest și sud-vest Dîlma Mare etc.). Este alb-cenușiu-negricios, fin cristalin, marmoreean, prezentînd la nivelurile de bază sau superioare o slabă șistuozitate, pe care apar lamele de sericit și clorit, iar la nivelul median avînd un caracter masiv. La contactul cu orizontul metapsamitic se observă cristale și granule de magnetit, lamele de hematit și pirită; de asemenea, în proporții variabile, cuarț, feldspați, sericit, muscovit, clorit și silice amorfă cît și caracter bituminos. La partea superioară, ele prezintă o evidentă impregnație grafitoasă.

b. Complexul mediu are o constituţie heterogenă, cu numeroase variaţii litofaciale. Tipurile petrografice întîlnite sînt: şisturi cuarţitice grafitoase, şisturi cuarţitice sericito-grafitoase satinate, şisturi sericitoase grafitoase, şisturi cuarţitice grafitoase şi sericitoase cu cloritoid, metaperidotite serpentinizate cu talc, mai multe nivele de calcare în plăci şi un nivel de metaconglomerate de granulaţie mică.

c. Complexul superior formează umplutura sinclinalului de Oslea, fiind constituit din şisturi clorito-sericito-grafitoase, cu mai multe intercalaţii de calcare cipolinice şi metaconglomerate intraformaţionale.

2.1.4. Depozitele sedimentare mezozoice sînt reprezentate prin formaţiuni mezozoice cuprinse între liasic şi cretacic inferior, care formează cuvertura sedimentară a Autohtonului danubian.

Lias-Doggerul apare în versantul drept al Văii Buta şi este alcătuit din gresii arcoziene cu trecerea la gresii cuarţoase, subarcoze şi gresii feldspatice, care includ cristale de pirită, impregnaţii de hematit şi mai frecvent circulaţii limonitice. Gradat, se remarcă o creştere a conţinutului în carbonat de calciu, cu trecere la gresii calcaroase, calcare grezoase cu intercalaţii de dolomite [13].

Malmul este dominant calcaros, dezvoltîndu-se din Cheile Buta pe toată Culmea Pleşei pînă în Muntele Piule (circa 1 000 m grosime).

Cretacicul inferior apare în bazinul Văii Jiului de Vest, la vest de Poiana Cîmpu Mielului, fiind constituit în bază din calcare şistoase, apoi calcare organogene în bancuri şi în final calcare masive recifale (facies urgonian).

2.2.1. Bazinul posttectonic Petroşani, în zona cercetată, reprezintă terminaţia vestică a bazinului Petroşani (orizontul mediu, aquitanian-burdigalian) şi este alcătuit din gresii nisipoase, gresii microconglomeratice, argile nisipoase, marne vineţii cu mai multe intercalaţii subţiri de cărbune.

2.2.2. Depozitele cuaternare. Pleistocenului superior îi aparţin depozitele coluvial-deluviale şi depozite proluviale, iar holocenului superior—cele aluviale şi coluviale.

3. *Caracterizarea structurală şi tectonică*

Din ansamblul structural al Carpaţilor Meridionali, regiunea cercetată cuprinde: fundamentul cristalin al Autohtonului (domeniul danubian), învelişul său sedimentar şi bazinul posttectonic Petroşani.

Fundamentul cristalin al Autohtonului este constituit din şisturile cristaline ale Seriei de Drăgşan (complexul amfibolitic şi complexul sericito-cloritos) şi din cele ale Seriei de Tulişa (orizonturile inferior şi mediu).

Orientarea generală a şisturilor cristaline este nord-est—sud-vest, evidenţiindu-se un mare sinclinal cu umplutura constituită din formaţiunile Seriei de Tulişa şi în flancuri şisturile cristaline ale Seriei de Drăgşan, aşa cum apare evident în Muntele Oslea (văile Gîrbovului şi Boului), în Dealul Dîlma Mare.

Raporturile structural-tectonice în şisturile cristaline ale celor două serii, între complexe şi orizonturi, sînt marcate de diferenţa de competenţă tectonică, în special la limita între formaţiunile Seriei de Tulişa şi Seria de Drăgşan, dar şi în interiorul Seriei de Tulişa (limita între orizontul metaarcozelor şi orizontul calcarelor cristaline ce aparţin complexului bazal). În Muntele Oslea, între Seria de Drăgşan şi Seria de Tulişa, a fost semnalată o dislocaţie puternică (L. Pavelescu şi Maria Pavelescu, 1964); de asemenea, discordanţe uneori mari, cît şi un caracter transgresiv al orizonturilor inferioare ale Seriei de Tulişa, în raport cu cele inferioare.

Tectonica disjunctivă, larg dezvoltată, prezintă un stil varistic, care se încadrează în stilul general din Carpaţii Meridionali. Faliile regionale sînt orientate NE—SV, uneori ENE—VSV care, împreună cu un sistem mai nou aproape perpendicular (NNE—SSE), au condus la compartimentarea formaţiunilor Seriei de Tulişa.

Aceste sisteme de falii au fost reluate în orogeneza alpină, afectînd şi cuvertura sedimentară a Autohtonului. Este evidentă compartimentarea formaţiunilor Seriei de Tulişa, ceea ce face dificilă urmărirea nivelului mineralizat.

Falia, avînd caracter regional (orientare ENE), trece la sud de Cîmpuşelu-Piatra Mică, traversează Valea Jiului la Cîmpu Mielului, apoi se îndreaptă spre Cheile Butei, delimitînd între Cîmpu Mielului şi Dîlma Mare calcarele jurasice de fundamentul cristalin (orizontul inferior al Seriei de Drăgşan). Pe direcţia acestei falii (la Vălaie), pe calcarele jurasice, apare un lambou prins tectonic, din şisturile Seriei de Tulişa (L. Pavelescu, 1953). Morfologic, falia se evidenţiază foarte bine, de asemenea compartimentul sud-estic căzut, care se structurează sub formă de trepte (poliţe). Pe această direcţie, pe contactul dintre şisturile cristaline şi calcare, se observă rupturi de pantă de cîteva zeci de metri.

Cu importanţă locală se evidenţiază falia de la confluenţa Văii Jiului cu Valea Gîrbovului (NE-SV), ce afectează morfologia ferestrei de pe Valea Jiului, ca şi orizontul mineralizat din apropierea confluenţei cu Valea Boului. Paralel cu această falie, între Culmea Tarna-Coasta Rea-Poiana Gîrbovului, se conturează o falie cu aspect ondulat, afectînd şisturile cristaline ale orizontului inferior de Drăgşan, pînă la calcarul mezozoic.

III. Rezultatele cercetărilor magnetice și interpretarea lor

Rețeaua de detaliu pentru măsurarea intensității totale a cîmpului geomagnetic a fost amplasată la nord-vest de confluența Valea Jiului — Valea Gîrbovului, avînd ca obiectiv de cercetare depozitele de metaarcoze și metaconglomerate feruginoase.

Măsurările s-au făcut cu două magnetometre tip SPP-1 S (I.G.G. București), care asigură o precizie de 1—2 gamma. Măsurările prelucrate după metoda standard, raportate la stația unică de bază, au asigurat o precizie de ±5 gamma.

În paralel cu măsurările intensității totale, s-au efectuat măsurări de susceptibilitate magnetică pe aflorimente, atît în zona cercetată, cît și în zone adiacente, pe roci similare. Aceste măsurări au evidențiat faptul că dintre rocile care aflorează, metaarcozele și metaconglomeratele, în care este cantonată de fapt mineralizația de fier, prezintă valori notabile de susceptibilitate (de ordinul 2 000—3 000 × $\times 10^{-6}$ uCGS, dar ajungînd și la valori de 6 000—8 000 × 10^{-6} uCGS), valorile mai ridicate fiind legate de prezența magnetitului, care se asociază hematitului, în cantități mai mari.

Harta intensității totale în Dealul Dîlma Mare evidențiază o morfostructură anomală, în care partea de nord-vest este puțin perturbată magnetic, în timp ce partea de sud-vest prezintă un regim magnetic perturbant, cu zone anomale închise de întinderi locale sau foarte locale, anomalii preponderent pozitive, cele negative fiind foarte puțin extinse și cu intensități foarte mici. Analiza caracterelor morfologice ale anomaliilor evidențiază extinderi preferențiale pe direcția NV-SE, iar cea de corelație cu harta geologică arată o dezvoltare a lor în principal în zonele în care se dezvoltă Seria de Tulișa.

Morfologia particulară a anomaliilor magnetice, cu partea pozitivă foarte bine dezvoltată și cea negativă foarte redusă, indică o amplasare verticală sau foarte aproape de verticală a surselor (zonele mineralizate).

Cu aceste elemente-premisă, anomaliile magnetice se pot interpreta ca reprezentînd reflexul zonelor cu mineralizații de fier cantonate în cuarțitele arcoziene și conglomeratele bazale ale Seriei de Tulișa prezente, fie la suprafață, fie la adîncimi mici și acoperite de alte formațiuni.

De la sud-est către nord-vest, pe harta magnetică (fig. 2), se remarcă prezența a cinci zone anomale bine definite, cu intensități variind între 400 și 900 gamma, și anume:

- zona din extremitatea sudică, cu intensitatea de 400 gamma, amplasată cu axa sa majoră pe fișia de metaarcoze;
- zona ce prezintă trei anomalii închise, dispuse pe direcția sud-vest — nord-est, cu extinderi relativ mici în suprafață (sub 100 m²), amplasate în arealul de afloriment al metaarcozelor;
- zona unitară cu suprafață extinsă (200 m²), cu intensitate mai mare de 900 gamma, la limita metaarcozelor cu gnaisele amfibolice ale Seriei de Drăgșan;
- zona cu trei închideri foarte locale, amplasată pe calcarele cristaline ale Seriei de Tulișa, extinse în suprafață asemănător cu anomalia anterioară și cu intensitate mai mare de 900 gamma;
- zona din extremitatea nord-vestică, constituită din trei anomalii închise, desfășurate pe direcția nord-vest — sud-est, amplasate la limitele filitelor sericito-cloritoase ale Seriei de Tulișa, cu calcarele de vîrstă Malm și gnaisele amfibolice ale Seriei de Drăgșan; două anomalii prezintă intensități comparabile (800 gamma), iar cea de-a treia mai mică (450 gamma).

IV. Considerații privind mineralizațiile de fier

1. *Date anterioare cercetării*

În anul 1948, L. Pavelescu semnalează în baza Seriei de Tulișa, în poiana de sub Dîlma Mare (sud-est cota 1380), o bandă de cuarțite (1,30 m grosime) puternic mineralizate. Analiza chimică a indicat un conținut de oxid de fier de 60,54%.

Mineralizația de oxizi de fier a fost descrisă sub forma unor benzi alungite, cu contururi neregulate, uneori compacte. Alteori apar sub formă de impregnații în cuarț sau în forme total zdrențuite, prin concreștere cu masa cuarțitică. Se disting și cristale izometrice, adesea cu contur pătratic, complet opace, sau granule și lame de hematit, avînd o zonă marginală de culoare roșie. În alte cazuri, oxizii de fier formează numeroase membrane într-un agregat granoblastic, poligonal de cuarț, uneori de culoare fumuriu-neagră, în asociație cu lamele de muscovit și sericit, care evidențiază o cutare fină a sedimentului inițial.

În anul 1952, P. Teodoru efectuează cercetări magnetice, prin care evidențiază anomalii pozitive pe Dealul Dîlma Mare.

În perioada 1952—1953, I.S.E.M. București a executat în zona menționată de L. Pavelescu, lucrări miniere (galerii și puțuri), fără rezultate economice pozitive.

În vederea detalierii observației geologice și a definirii mineralizației de fier identificată pe grohotișul de pantă, I. Solomon (1964) a efectuat prospecțiuni geologice la scara 1 : 10 000. Studiul întreprins a stabilit că nivelul de cuarțite și arcoze al complexului detritogen grafitos, din orizontul inferior al Seriei

de Tulișa, conține mineralizația de fier. Același autor arată că, regiunea fiind acoperită cu un strat gros de 2—3 m de grohotiș de pantă, blocurile mineralizate desprinse din nivelul feruginoase în loc, în Dealul Dîlma Mare, sub culmile Cununi și Tarna, cît și cele ce apar în fereastra din Valea Jiului, care dovedește continuitatea orizonturilor mineralizate către sud.

Fig. 2. Schița intensității cîmpului geomagnetic T din zona sud Dîlma Mare—Retezat

arcozian au venit gravitațional și s-au așezat peste șisturile cristaline ale Seriei de Drăgșan.

În anul 1979, cercetările au fost reluate de un colectiv din cadrul Universității din București, constituit din cadre didactice, ingineri geologi și studenți ai Facultății de geologie și geografie care, în urma cercetărilor de mare detaliu (geologice și geofizice), au stabilit că mineralizațiile aparțin orizontului bazal (arcoze și conglomerate) ale Seriei de Tulișa. Concluzia este susținută ferm de identificarea formațiunii

2. *Caracterizare mineralogică și chimică a mineralizației de fier*

Mineralizațiile de fier din Dealul Dîlma Mare, asociate metacuarțitelor arcoziene și metaconglomeratelor, constituie matricea (cimentul) rocilor sedimentogene menționate. Macroscopic se prezintă sub forma unor mase granulare și lamelar-solzoase fine, care formează benzi și șlire, orientate conform cu șistuozitatea

rocilor epimetamorfice, prezentînd o coloraţie cenuşie, cenuşiu-negricioasă, cu nuanţe albăstrui. Se remarcă, cu uşurinţă, hematitul lamelar (oligistul), în care pe alocuri se observă cristale de magnetit. Cu participare variabilă de la un loc la altul, dar totuşi subordonată, se remarcă pirita, sub forma unor mase granulare sau benzi de mică extindere, mai frecvent în părţile inferioară şi superioară a orizontului metaarcozelor.

Microscopic s-au identificat următoarele minerale metalice: hematit lamelar (oligist), magnetit, cu totul sporadic ilmenit, limonit, iar dintre sulfuri pirită şi calcopirită. Mineralele de gangă sînt reprezentate prin cuarţ şi calcit. Atît în masa mineralelor metalice, cît şi a celor de gangă, se mai asociază sporadic grafitul.

H e m a t i t u l l a m e l a r (o l i g i s t u l) reprezintă mineralul metalic dominant; formează agregate constituite din lamele milimetrice la micronice în matrice şi lamele submilimetrice la micronice difuzate în masa minerală a rocii-gazdă. Cristalele lamelare de oligist sînt, de regulă orientate paralel cu şistuozitatea rocii, urmărind şi suprafeţele de microcutare, uneori fiind torsionate.

M a g n e t i t u l se evidenţiază mai clar în cadrul studiului microscopic. Cu o participare largă apare în benzile de culoare cenuşie ale mineralizaţiei, ca monomineral în lamelele de oligist, în gangă şi în masa rocii-gazdă, chiar în calcare.

În general, magnetitul prezintă cristale idiomorfe (cubice, octaedrice, uneori rotunjite). Cel mai frecvent apare ca monomineral în ganga mineralizaţiei, unde asociază subordonat pirita şi mai rar calcopirita, minerale care s-au format mai tîrziu. Cristalele de magnetit sînt uneori fisurate, chiar brecifiate, iar pe fisuri se observă minerale de gangă şi pirită, care uneori formează filonaşe. Magnetitul prezintă transformări către martit.

I l m e n i t u l apare sporadic asociat cu hematitul, cu indicaţii de trecere către rutil.

L i m o n i t u l este secundar prin transformarea hematitului şi a piritei. Aceste transformări se observă pe fisurile cristalelor sau de la marginea acestora către centru. Apar frecvent cristale de pirită pseudomorfozate de limonit.

P i r i t a apare neuniform şi discontinuu în masa mineralizaţiei şi a rocilor. Pe lîngă situaţiile de asociere a piritei prezentate mai sus, menţionăm cristalele fine idiomorfe de pirită observate pe conturele cristalelor de magnetit.

Pirita mai formează concentrări mai mari, sub forma unor lentile cu grosimea de 0,30—0,50 m, în baza orizontului de metaarcoze (Valea Jiului în dreptul confluenţei cu Valea Gîrbovului şi Poiana cu Moliţi), iar în partea superioară a aceluiaşi orizont şi în baza calcarelor suprapuse sub formă de cristale izometrice cu dimensiuni submilimetrice la milimetrice.

Caracterizarea chimică a mineralizaţiilor de fier cercetate are ca bază rezultatele analizelor chimice efectuate pe probe informative, însă reprezentative, întrucît cuprind tipurile principale întîlnite, recoltate atît cît a fost posibil ca probe medii (tab. 1). Pentru a evidenţia proveniența fierului rezultat din analiza chimică s-a efectuat şi un calcul raţional (tab. 2).

3. *Repartiţia spaţială a orizonturilor mineralizate*

Urmărind ipoteza de lucru privind amplasarea mineralizaţiei în complexul bazal al Seriei de Tulişa, acestea au fost identificate în loc în Dealul Dîlma Mare, sub calcare în Culmea Cununi, iar la sud în fereastra de eroziune din Valea Jiului, aceasta din urmă fiind confirmată şi de forajul executat la Lunca cu Moliţi (Valea Jiului) în anul 1980 de către I.P.E.G. Deva. Între cele două puncte, continuitatea orizontului mineralizat este dovedită în poiana Dîlma Mare, unde orizontul gazdă a mineralizaţiei (metaarcoze — metacuarţite şi metaconglomerate) este deschis pe suprafaţa de eroziune, în care s-au identificat blocuri în loc cu mineralizaţii de fier bogate.

În baza acestor elemente, se impune în continuare o cercetare adecvată (magnetometrie, foraje) a complexului bazal al Seriei de Tulişa, care se dezvoltă către sud, sud-est şi sud-vest, sub complexele mediu-superior ale aceleiaşi serii, pînă la aliniamentul de aflorare a calcarelor şi şisturilor cristaline (Piatra Nedeiului).

În sprijinul acestei idei vin elementele de cartare de sub Coada Oslei, de-a lungul benzii de calcare SV-NE care coboară de la Coada Oslei către Valea Gîrbovului, observaţiile din fereastra din Valea Jiului şi cele din forajul de la Lunca cu Moliţi, în care s-a identificat sub formă de blocuri sau în loc mineralizaţia cercetată şi probată în Dealul Dîlma Mare.

4. *Testări privind posibilităţile de valorificare*

Pentru a dispune de o primă informaţie privind posibilitatea de valorificare a mineralizaţiei de fier, s-a efectuat un test la I.C.I.T.P.L.C.I.M. Deva, pe un eşantion reprezentativ.

Conţinuturile chimice în eşantion: Fe — 49,3%, SiO_2 — 30,3%, P_2O_5 — 0,81%, V — 0,366%.

Schema de preparare considerată optimă:
— separare magnetică în cîmp slab;
— concentrare hidrogravitaţională.

Concentratul obţinut are: Fe — 62%, SiO_2 — sub 5%, extracţie fier 82%.

Tabelul 1

Analiza chimică a probelor prelevate din zonele mineralizate de la Dîlma Mare, %

Oxizi şi elemente analizate	Nr. probă							
	35	77	80—B	80—S	109	110	154	165
SiO_2	58,00	76,00	13,50	43,80	11,00	65,90	27,90	85,60
Al_2O_3	0,80	2,40	0,50	0,80	1,00	3,60	1,00	0,10
CaO	1,20	0,36	1,20	0,78	0,86	8,95	20,70	0,45
MgO	0,32	0,30	0,35	0,28	0,40	0,35	1,00	0,30
MnO	u	u	u	u	u	0,03	0,04	u
TiO_2	u	u	u	u	u	u	u	u
P_2O_5	0,30	0,10	0,70	0,49	0,50	0,02	0,58	0,26
Fe total	19,55	11,40	57,00	37,70	59,00	6,65	21,00	8,90
Fe solubil	19,50	11,35	49,00	37,25	50,10	6,00	18,00	8,20
SO_3	u	u	u	u	u	u	u	u
S total	14,50	0,07	u	u	0,08	u	0,10	u
Na_2O	0,49	0,32	0,66	0,23	0,21	0,59	0,31	0,25
K_2O	2,04	2,78	0,60	0,09	0,09	3,82	1,49	0,93
$H_2O-105°C$	0,18	0,23	0,04	0,06	0,07	0,07	0,13	0,22
$H_2O+105°C$	u	1,20	u	u	u	0,10	u	0,05
CO_2	1,10	0,48	1,00	0,30	0,90	7,20	17,00	0,60
P.C.	15,60	2,00	1,00	0,36	1,00	7,40	17,10	0,95
Extracţia în minerale magnetice	u	u	13,50	18,20	19,75	0,41	5,00	u
Fe extractibil	—	—	70,50	71,10	71,20	71,10	70,20	—
S extractibil	—	—	u	u	u	u	u	—

Tabelul 2

Calculul raţional pentru fierul din oxizi şi sulfuri, %

Compusul chimic	Nr. probă							
	35	77	80—B	80—S	109	110	154	165
FeS_2	12,70	0,06	—	—	0,07	—	0,09	—
FeS	—	—	—	—	—	—	—	—
Fe_3O_4	—	—	9,92	13,00	14,00	0,29	3,50	—
Fe_2O_3	6,80	11,30	39,50	24,25	36,00	5,70	14,40	8,20
Util	6,80	11,30	49,02	37,25	50,00	6,00	17,90	8,20

Prin încercări ulterioare se poate obţine separarea vanadiului în concentrat şi trecerea fosforului în steril.

Testul indică posibilitatea de valorificare, fără a ridica probleme deosebite.

Concluzii

Cercetarea privind mineralizaţia de fier din bazinul superior al Văii Jiului de Vest, în acest stadiu, aduce elemente care justifică amplificarea şi adîncirea studiilor în zona menţionată.

În acest sens, am propus şi susţinem următoarele.

1. Executarea forajelor propuse în Dealul Dîlma Mare şi Valea Jiului de Vest, între Lunca cu Moliţi şi confluenţa cu văile Gîrbov şi Boului.

2. Executarea unui sistem de foraje de referinţă pe Valea Gîrbovului şi condiţionat pe văile Boului şi Rastoranului, pînă în baza Seriei de Tulişa (limita cu Seria de Drăgşan).

Bibliografie
(selectivă)

Manolescu, Gh. *Étude géologique et pétrographique du bassin du Jiu supérieur.* An. Acad. Rom. Mem., 6, Sect. şt., seria III, T 12, Bucureşti, 1937.

Murgoci, G. M. *The Geological Synthesis of the South Carpathians.* C.R. XI Congr. Internat. 1910 Stockholm, 1912.

Năstăseanu, S. *Conglomeratele de Retezat — un reper stratigrafic în corelarea formaţiunilor paleozoice din estul Carpaţilor Meridionali.* D.S. LXII/5, (1974—75, Bucureşti, 1976.

Pavelescu, L. *Studiul geologic şi petrografic al regiunii centrale şi de sud-est a Munţilor Retezat.* An. Inst. Geol. Rom, XXV. Bucureşti, 1953.

Pavelescu, L. şi Mercus Ana *Contribuţii la harta geologică 1:50.000 a zonei centrale şi estice a Munţilor Retezat.* Comunicări Univ. Buc. seria geol., Ses. Ştiinţ., 1975.

Pavelescu, L. *Contributions à l'étude du sousbassement cristallin et l'aire de distribution des différentes formations cristallophylliennes dans la partie centrale et orientale de l'Autochtone danubien.* Com. St. Sect. I Min.-Petr., Asoc. Geol. Carp. Balc., Congr. V (4—19 sept. 1961), Bucureşti 1963.

Pavelescu, L. şi Pavelescu Maria. *Geologia şi petrografia văii Jiului Românesc între Oslea şi Petroşani.* An. Inst. Geol. Bucureşti, 1964.

Pavelescu, L. şi Pavelescu Maria *Cercetări geologice şi petrografice în bazinul văii Jiului Transilvan şi văii Jieţului.* St. Cerc. Geol., Geof., Geogr., seria geol., Bucureşti, 1966.

Solomon, I., Visarion Adina şi Ionescu Magdalena *Consideraţii asupra formaţiunilor cristalofiliene şi anchimetamorfice din munţii Vîlcan şi Retezat.* D.S. LXII/5, (1974—75), Bucureşti, 1976.

Stănoiu, I. *Contribuţii la stratigrafia formaţiunilor paleozoice din versantul nordic al Munţilor Vîlcan cu implicaţii asupra părţii externe a autohtonului danubian.* D.S. LXXI/5 (1974—75), Bucureşti, 1976.

Analiza comportării dinamice a unor conducte tehnologice din rafinării

Prof. dr. ing. **N. Posea**
conf. dr. ing. **Al. Anghel**
şef lucr. ing. **St. Dărvăreanu**
Institutul de petrol şi gaze Ploieşti

I. Fenomene vibratorii în sisteme de conducte

Sistemele de conducte au o foarte mare răspîndire în combinatele chimice, petrochimice, rafinării, întreprinderi termoenergetice, întreprinderi de transport pentru produse petroliere — în general — în toate ramurile industriale.

În prezent, calculul şi proiectarea de rezistenţă a sistemelor de conducte se face în mod simplificat, aproximativ, de multe ori neacoperitor, cu implicaţii nedorite privind buna lor funcţionare.

Studiul dinamic al structurilor trebuie să stabilească răspunsul dinamic al acestora, ceea ce presupune determinarea deplasărilor şi eforturilor maxime, care trebuie comparate cu valorile admisibile precizate pe baza unor criterii de siguranţă şi fiabilitate, în deplină concordanţă cu proprietăţile materialelor folosite şi a condiţiilor de exploatare impuse în procesele tehnologice.

Proiectarea unei structuri necesită cunoştinţe precise privind forma geometrică reală, alcătuirea constructivă, proprietăţile fizico-mecanice ale materialelor, încărcările exterioare, fenomenele vibratorii posibile, condiţii tehnologice de exploatare, condiţii tehnice de siguranţă etc.

Ţinînd seama de complexitatea sistemelor de conducte ca structuri, de fenomenele tranzitorii ca urmare a curgerii lichidelor prin conducte (turbulenţe, dopuri de presiuni etc.), de complexitatea legăturilor (suporţi, flanşe etc.), de efectele tranzitorii produse de rafalele de vînt, de acţiunea cutremurelor, a altor factori aleatori greu de stabilit, rezultă că problema determinării răspunsului dinamic în cazul sistemelor de conducte este deosebit de dificilă şi, în cele mai multe cazuri, nu se pot obţine decît soluţii probabilistice. De aceea, fenomenul de vibraţie a conductelor se încadrează în ansamblul problemelor care implică un risc profesional inerent.

În cadrul Institutului de petrol si gaze Ploieşti, s-a elaborat un algoritm pentru calculul static şi dinamic al sistemelor de conducte [1 ; 2] care a fost transpus într-un program, denumit C.S.D.C. (Calculul Static şi Dinamic al Sistemelor de Conducte), pentru calculatoare electronice cifrice.

Pentru efectuarea calculului dinamic la vibraţii libere şi forţate al unei conducte este necesar să se precizeze, atît configuraţia geometrică reală, legăturile acesteia şi, în special, forţele perturbatoare. Se atrage atenţia că neprecizarea corectă a acestor factori face ca calculul dinamic efectuat, deşi corect, să nu fie corespunzător pentru situaţiile vibratorii din exploatare, necesitînd intervenţii ulterioare pentru modificarea caracteristicilor dinamice ale structurii, fie prin modificarea unor suporţi, fie prin introducerea unor dispozitive de amortizare sau schimbarea unor porţiuni din traseele conductelor.

În această lucrare se exemplifică modul concret prin care s-a îmbunătăţit comportarea dinamică a unor sisteme de conducte din rafinării si combinate petrochimice, prin modificare caracteristicilor dinamice ale acestora.

II. Etapele de bază ale algoritmului şi programului pentru calculul dinamic al sistemelor de conducte

Din punct de vedere dinamic, un sistem de conducte cu ramificaţii şi rezemări multiple reprezintă un sistem cu o infinitate de grade de libertate. Prin înlocuirea maselor distribuite ale elementelor, cu mase concentrate în anumite puncte (noduri), numărul gradelor de libertate devine finit şi egal cu numărul parametrilor independenţi, prin care se poate preciza poziţia maselor în orice moment.

În figura 1 se reprezintă un sistem de conducte avînd legături rigide şi elastice cu terenul.

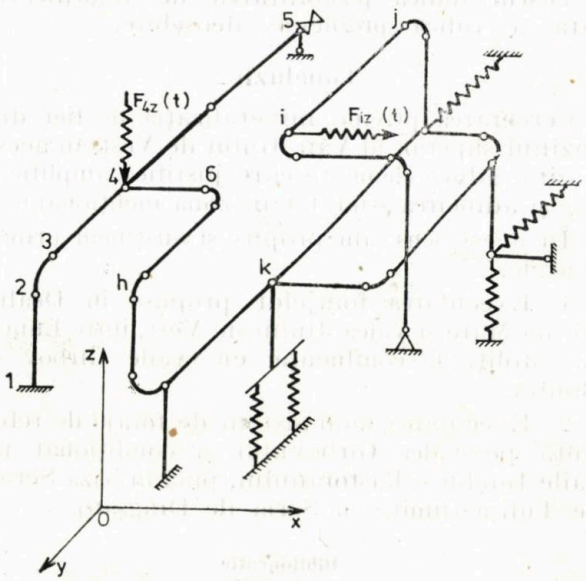


Fig. 1

Se consideră drept noduri ale sistemului de conducte şi se notează cu *1*, *2*,...,*i*, *j*,...,*N*,

punctele de legătură cu terenul, punctele de ramificaţii, punctele de legătură ale elementelor drepte cu elementele curbe (coturi), precum şi punctele de modificare a diametrului conductei şi, uneori, chiar pe unele porţiuni drepte de conducte, dacă acestea sînt prea lungi.

Poziţia fiecărei mase concentrate într-un nod oarecare i al modelului dinamic adoptat este precizată de şase parametri: trei translaţii şi trei rotaţii (după cele trei axe ale sistemului $Oxyz$ — fig. 1).

Deoarece masele concentrate, în cazul conductelor, au dimensiuni reduse, se poate neglija inerţia de rotaţie a acestora, ceea ce conduce la faptul că din cele $6N$ grade de libertate dinamică ale structurii rămîn $3N$ grade de libertate şi anume gradele de libertate corespunzătoare translaţiilor maselor concentrate la noduri.

1. *Determinarea frecvenţelor şi formelor proprii la sistemele de conducte*

Sistemul de ecuaţii diferenţiale care descrie oscilaţiile libere ale sistemului de conducte, atunci cînd parametrii de oscilaţie sînt numai translaţii, are forma matriceală

$$\underset{\sim}{M}\ddot{\underset{\sim}{\Delta}} + \underset{\sim}{K}\underset{\sim}{\Delta} = 0, \tag{1}$$

unde:

$\underset{\sim}{\Delta}$ reprezintă vectorul coloană al parametrilor translaţii;

$\underset{\sim}{K}$ — matricea de rigiditate a structurii, corespunzătoare parametrilor translaţii, care este o matrice simetrică;

$\underset{\sim}{M}$ — matricea maselor concentrate la noduri, care este o matrice diagonală.

Alegînd o soluţie de forma:

$$\underset{\sim}{\Delta} = \underset{\sim}{A}\cos(pt - \nu), \tag{2}$$

sistemul (1) devine un sistem algebric:

$$(\underset{\sim}{K} - p^2\underset{\sim}{M})\underset{\sim}{A} = 0, \tag{3}$$

care, pentru a admite soluţii diferite de cea banală, trebuie să aibă determinantul caracteristic nul.

Exprimînd această condiţie se obţine ecuaţia pulsaţiilor proprii:

$$|\underset{\sim}{K} - p^2\underset{\sim}{M}| = 0. \tag{4}$$

Prin rezolvarea ecuaţiei (4) se obţin pulsaţiile proprii ale sistemelor de conducte, ordonate crescător

$$p_1 < p_2 < \ldots < p < \ldots < p_n, \tag{5}$$

unde p_1 reprezintă pulsaţia fundamentală.

Prin rezolvarea sistemului algebric (3) pentru fiecare din pulsaţiile proprii (5) se obţine matricea modală

$$\underset{\sim}{V} = [\underset{\sim}{V}_1\ \underset{\sim}{V}_2 \ldots \underset{\sim}{V}_\alpha\ \underset{\sim}{V}_\beta \ldots \underset{\sim}{V}_n] \tag{6}$$

de dimensiuni $n \times n$, în care:

$$\underset{\sim}{V}_\alpha = [A_{1\alpha}\ A_{2\alpha} \ldots A_{i\alpha} \ldots]^t \tag{7}$$

reprezintă forma proprie corespunzătoare pulsaţiei p_α sau vectorul propriu de ordinul α.

2. *Soluţia generală a vibraţiilor libere*

Dacă se cunosc vectorii proprii, soluţia sistemului (1) se alege de forma:

$$\underset{\sim}{\Delta} = \underset{\sim}{V}\underset{\sim}{q}^{(t)} \tag{8}$$

în care vectorul $\underset{\sim}{q}$ reprezintă n funcţii de timp necunoscute, similare a n coordonate generalizate de tip Lagrange. De aceea, $\underset{\sim}{q}$ se va numi vectorul coordonatelor generalizate.

Introducînd soluţia (8) în (1) se obţine:

$$\underset{\sim}{M}\,\underset{\sim}{V}\ddot{\underset{\sim}{q}} + \underset{\sim}{K}\underset{\sim}{V}\underset{\sim}{q} = 0. \tag{9}$$

Premultiplicînd această relaţie cu $\underset{\sim}{V}^t$ şi ţinînd seama de condiţia de normalizare a vectorilor proprii

$$\underset{\sim}{V}^t\underset{\sim}{M}\underset{\sim}{V} = \underset{\sim}{I}, \tag{10}$$

unde $\underset{\sim}{I}$ este matricea unitate, rezultă:

$$\ddot{\underset{\sim}{q}} + \underset{\sim}{P}\underset{\sim}{q} = 0 \tag{11}$$

în care prin $\underset{\sim}{P}$ se înţelege matricea diagonală a pătratelor pulsaţii proprii.

Soluţia sistemului de ecuaţii (11) este de forma:

$$q_\alpha = C_\alpha \cos(p_\alpha t - \nu_\alpha), \tag{12}$$

iar soluţia generală a oscilaţiilor libere (8) rezultă:

$$\Delta_h = \sum_{\alpha=1}^{n} A_{h\alpha}C_\alpha \cos(p_\alpha t - \nu_\alpha);\ h = 1,2,\ldots,n \tag{13}$$

care reprezintă o combinaţie liniară a formelor proprii de oscilaţie.

Cele $2n$ constante (C_α şi ν_α) se determină din condiţiile iniţiale ce se pun pentru poziţiile şi vitezele maselor.

Ecuaţiile de mişcare care descriu oscilaţiile libere ale conductei cu luarea în consideraţie a amortizărilor au următoarea formă matriceală:

$$\underset{\sim}{M}\ddot{\underset{\sim}{\Delta}} + \underset{\sim}{\beta}\dot{\underset{\sim}{\Delta}} + \underset{\sim}{K}\underset{\sim}{\Delta} = 0, \tag{14}$$

unde $\underset{\sim}{\beta}$ reprezintă matricea coeficienţilor de amortizare.

Soluția generală a acestei ecuații este de forma :

$$\Delta_h = \sum_{\alpha=1}^{n} A_{h\alpha} e^{-b_\alpha p_\alpha t} C_\alpha \cos(p_{\alpha 1} t - \nu_\alpha) \quad (15)$$

în care :

$$p_{\alpha 1} = p_\alpha \sqrt{1 - b_\alpha^2} \quad (16)$$

reprezintă pulsația proprie cu luarea în considerație a amortizării, indicată pentru forma α cu b_α.

3. *Vibrațiile forțate ale sistemelor de conducte*

a. Cazul forțelor perturbatoare oarecare

Sistemul ecuațiilor ce descrie vibrațiile forțate ale unui sistem de conducte cu amortizare are forma matriceală:

$$\underset{\sim}{M}\ddot{\underset{\sim}{\Delta}} + \underset{\sim}{\beta}\dot{\underset{\sim}{\Delta}} + \underset{\sim}{K}\underset{\sim}{\Delta} = \underset{\sim}{F}(t). \quad (17)$$

Vectorul $\underset{\sim}{F}(t)$ este format din componentele forțelor exterioare perturbatoare din toate nodurile modelului dinamic adoptat și se exprimă prin relația :

$$\underset{\sim}{F}(t) = [\underset{\sim}{F}_1(t)\ \underset{\sim}{F}_2(t) \ldots \underset{\sim}{F}(t) \ldots \underset{\sim}{F}_n(t)]^t \quad (18)$$

în care fiecare termen poate avea trei componente :

$$\underset{\sim}{F}_j(t) = [F_j^x(t)\ F_j^y(t)\ F_j^z(t)]^t. \quad (19)$$

Pentru a se putea analiza și fenomenele vibratorii la rezonanță, se va stabili răspunsul dinamic pentru sistemele cu amortizare, aceasta înseamnă stabilirea soluției ecuației matriceale (17).

Se consideră soluția generală prin folosirea vectorilor proprii $\underset{\sim}{V}(6)$ și a coordonatelor generalizate $q(t)$:

$$\underset{\sim}{\Delta} = \underset{\sim}{V}\underset{\sim}{q}(t). \quad (20)$$

Prin multiplicarea la stînga a ecuației (17 cu $\underset{\sim}{V}^t$ și ținînd seama de (10), de matricea coeficienților de amortizare $\underset{\sim}{\beta} = \lambda_m \underset{\sim}{M} + \lambda_k \underset{\sim}{K}$ și de relația $\underset{\sim}{V}^t \underset{\sim}{K} \underset{\sim}{V} = \underset{\sim}{P}$ se obține ecuația matriceală :

$$\ddot{\underset{\sim}{q}}(t) + (\lambda_m + \lambda_k \underset{\sim}{P})(\dot{\underset{\sim}{q}}(t) + \underset{\sim}{P}\underset{\sim}{q}(t) = \underset{\sim}{V}^t \underset{\sim}{F}(t) \quad (21)$$

care se descompune în n ecuații independente :

$$\ddot{q}_\alpha(t) + (\lambda_m + \lambda_k p_\alpha^2)\dot{q}(t) + p_\alpha^2 q_\alpha(t) = \sum_{j=1}^{n} A_{j\alpha} F_j(t) \ (\alpha = 1,2,\ldots,n). \quad (22)$$

Notînd

$$f_\alpha(t) = \sum_{j=1}^{n} A_{j\alpha} F_j(t) \quad (23)$$

componentele forțelor exterioare după forma proprie de oscilație α și ținînd cont de relația $2 b_\alpha p_\alpha = \lambda_m + p_\alpha^2 \lambda_k$ și de relația (16) soluția generală a ecuației (22) este :

$$q_\alpha^{(t)} = \frac{1}{p_{\alpha 1}} \int_0^t f_\alpha(\tau) e^{-b_\alpha p_\alpha (t-\tau)} \sin p_{\alpha 1}(t - \tau)\, d\tau \quad (24)$$

unde τ reprezintă variabila independentă în intervalul $0-t$.

Dacă condițiile inițiale nu sînt nule, atunci la soluția (24) trebuie adăugată soluția vibrațiilor proprii, ale cărei constante se determină din condițiile pentru amplitudini și viteze la $t = 0$.

Deplasarea unui nod oarecare după direcția h (translația după una din axele x, y sau z) va fi :

$$\underset{\sim}{\Delta}_h(t) = \sum_{\alpha=1}^{n} \underset{\sim}{A}_{h\alpha} q_\alpha(t). \quad (25)$$

Se observă că vibrația forțată reprezintă o suprapunere a formelor proprii multiplicate cu coordonatele generalizate $q_\alpha(t)$, care indică contribuția fiecăruia dintre modurile proprii la vibrația forțată a structurii.

După determinarea amplitudinilor se determină forțele de inerție

$$J_h(t) = - m_h \ddot{\Delta}_h(t) \quad (26)$$

după care se calculează eforturile produse de toate forțele exterioare și forțele de inerție.

b. Cazul forțelor armonice și în fază

Se consideră că sistemul de conducte este acționat la noduri de forțe perturbatoare periodice în fază, depinzînd de aceeași pulsație w, $F_j(t) = F_j^0 \cos \omega t$. Acesta este caz frecvent întîlnit la conductele industriale la care refularea fluidului din conductă se face de către o pompă sau un compresor cu piston.

Răspunsul dinamic al structurii dat de (25), în cazul acestor forțe perturbatoare, ia forma următoare :

$$\Delta_h(t) = \sum_{\alpha=1}^{n} A_{h\alpha} \frac{f_\alpha^0}{p_\alpha^2} \psi'_\alpha \cos(\omega t - \nu), \quad (27)$$

în care :

$$f_\alpha^0 = \sum_{j=1}^{n} A_{j\alpha} F_j^0 \quad (28)$$

reprezintă componenta maximă a forţelor exterioare după forma proprie de oscilaţie α; şi

$$\psi'_\alpha = \frac{1}{\sqrt{\left(1 - \frac{\omega^2}{p_\alpha^2}\right)^2 + \left(\frac{2b_\alpha \omega}{p_\alpha}\right)^2}} \qquad (29)$$

reprezintă coeficientul dinamic la vibraţii forţate cu amortizare.

Aplicînd (26) se determină forţele de inerţie:

$$J_h(t) = m_h \sum_{\alpha=1}^{n} A_{h\alpha} f_\alpha^0 \frac{\omega^2}{p_\alpha^2} \psi'_\alpha \cos(\omega t - \nu), \qquad (30)$$

după care se calculează eforturile la capetele fiecărui element, pe baza algoritmului şi programului pentru calculul static al conductelor [2].

Acest algoritm a fost transpus într-un program pentru calculatoarele electronice cifrice, în limbaj FORTRAN IV.

III. Soluţii teoretice şi tehnice pentru modificarea răspunsului dinamic la sistemele de conducte

Posibilităţile teoretice privind modificarea răspunsului dinamic la sistemele de conducte constau, în principal, fie în modificarea caracteristicilor dinamice proprii, fie în modificarea factorilor perturbatori care produc vibraţii.

Modificarea caracteristicilor dinamice proprii se poate realiza prin:

- modificarea traseului de conducte;
- modificarea legăturilor conductei, păstrîndu-se traseul, ce constă în introducerea unor suporţi suplimentari, schimbarea locului unor suporţi de pe traseul conductei, introducerea de suporţi elastici; introducerea de dispozitive de amortizare etc.

Modificarea factorilor perturbatori presupune schimbarea unor parametri funcţionali ai utilajelor care realizează vehicularea fluidelor în conducte.

Prin schimbarea caracteristicilor dinamice structurale se obţine modificarea pulsaţiilor proprii şi a formelor proprii de oscilaţie. Datorită faptului că pulsaţiile proprii la o conductă pot fi apropiate între ele (ecartul dintre două pulsaţii proprii succesive este relativ mic), este eficient să se obţină ridicarea pulsaţiei proprii fundamentale (p_1) cu mai mult de 20% peste pulsaţia forţelor perturbatoare (ω), generate de către utilajele de pompare (pompe, compresoare etc.).

Dintre posibilităţile enumerate, cel mai uşor practic se realizează modificarea caracteristicilor proprii, prin schimbarea legăturilor traseului existent.

În continuare, se prezintă două sisteme de conducte din rafinării la care răspunsul dinamic s-a îmbunătăţit prin modificarea caracteristicilor dinamice proprii, reuşindu-se astfel reducerea amplitudinilor vibraţiilor în limite admisibile.

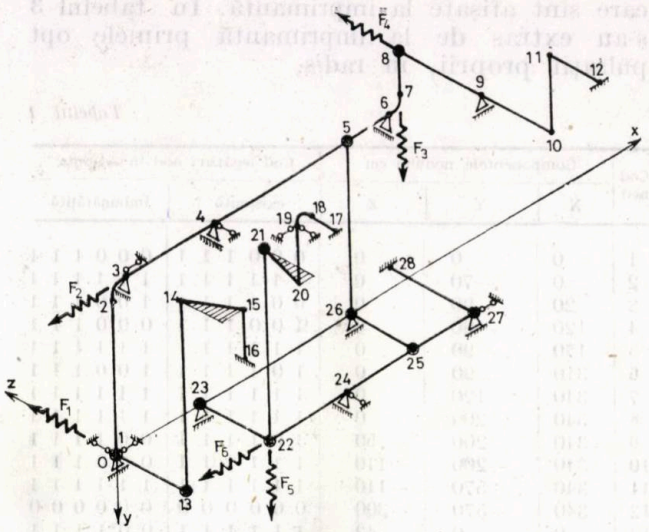


Fig. 2

Una dintre cele două conducte a fost denumită conducta *A*, iar cealaltă conducta *B*.

1. *Vibraţii proprii şi forţate pentru conducta A în varianta existentă*

În figura 2 este reprezentat modelul dinamic al sistemului de conducte, cu denumirea *A*, în varianta existentă în rafinărie.

În nodul 12 conducta este racordată la un compresor cu piston în două trepte care realizează un număr $n_\omega = 720$ curse duble/min, dezvoltînd presiunea de 300 bari. Armăturile cu care este echipată conducta s-au considerat ca mase concentrate în nodurile: 1; 5; 8; 13; 21; 22; 23; 25; 26 şi 27.

Coordonatele nodurilor faţă de sistemul de axe *oxyz* adoptat (fig. 2) sînt date în tabelul 1, unde se precizează şi legăturile nodurilor. Pentru legăturile unui nod s-au folosit următoarele codificări:

— c o d u l 1 pentru deplasarea sau rotirea liberă după fiecare axă de coordonate;

— c o d u l 0 pentru deplasarea sau rotirea blocată;

— c o d u l 2 pentru legătură elastică.

În tabelul 2 se precizează datele elementelor structurii (fig. 2), coordonatele unui punct *M* pentru fiecare element drept sau cot, în vederea orientării axelor locale, precum şi greutatea unui centimetru de lungime a fiecărui element ce cuprinde şi fluidul din interior.

Pentru calculul la vibraţii programul C.S.D.C. discretizează masa uniform distribuită în nodurile modelului dinamic adoptat (fig. 2), iar masele concentrate (ventile, flanşe etc.) le adună automat în nodurile respective.

Prin rularea job-ului DINAMIC al programului C.S.D.C. s-au determinat pulsaţiile proprii şi formele proprii de oscilaţie, normalizate,

care sînt afișate la imprimantă. În tabelul 3 s-au extras de la imprimantă primele opt pulsații proprii, în rad/s.

Tabelul 1

Cod nod	Componentele nodului cm			Cod legături nod în varianta:	
	X	Y	Z	existentă	îmbunătățită
1	0	0	0	0 0 0 1 1 1	0 0 0 1 1 1
2	0	−70	0	1 1 1 1 1 1	1 1 1 1 1 1
3	20	−90	0	0 0 1 1 1 1	1 0 0 1 1 1
4	120	−90	0	1 0 0 1 1 1	0 0 0 1 1 1
5	170	−90	0	1 1 1 1 1 1	1 1 1 1 1 1
6	310	−90	0	1 0 1 1 1 1	1 0 0 1 1 1
7	340	−120	0	1 1 1 1 1 1	1 1 1 1 1 1
8	340	−200	0	1 1 1 1 1 1	1 1 1 1 1 1
9	340	−200	− 50	1 0 1 1 1 1	0 0 1 1 1 1
10	340	−200	−110	1 1 1 1 1 1	0 0 0 1 1 1
11	340	−570	−110	1 1 1 1 1 1	1 1 1 1 1 1
12	340	−570	−300	0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0
13	0	0	−42	1 1 1 1 1 1	0 0 1 1 1 1
14	0	−245	−42	1 1 1 1 1 1	1 1 1 1 1 1
15	0	−245	−152	1 1 1 1 1 1	1 1 1 1 1 1
16	0	−175	−152	0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0
17	0	−175	−150	0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0
18	2,8	−170	−123,2	1 1 1 1 1 1	1 1 1 1 1 1
19	24	−140	−102	0 1 0 1 1 1	0 1 0 1 1 1
20	24	−40	−102	1 1 1 1 1 1	1 1 1 1 1 1
21	84	−40	−42	1 1 1 1 1 1	1 1 1 1 1 1
22	84	0	−42	1 1 1 1 1 1	1 0 0 1 1 1
23	84	0	0	1 0 1 1 1 1	0 0 1 1 1 1
24	127	0	−42	1 0 0 1 1 1	0 0 0 1 1 1
25	170	0	−42	1 1 1 1 1 1	1 1 1 1 1 1
26	170	0	0	1 0 1 1 1 1	0 0 1 1 1 1
27	265	0	−42	0 0 1 1 1 1	1 0 0 1 1 1
28	265	0	253	0 0 0 0 0 0	0 0 1 0 0 0

Tabelul 2

Cod elem.	Nod *i*	Nod *j*	Tip elem.	1. *M.* inert. Oz, cm⁴ *R.* cot, cm	1. Aria secț., cm² 2. ∢, °sexa	Coord. punct. *M* din pl. *Oxy*, cm X	−Y	Z	Greut. 1 cm cond, kN/cm, ×10⁻³
1	1	2	1	381,28	51,11	0	0	10	4,01
2	2	3	2	20	90	0	90	0	4,01
3	3	4	1	381,28	51,11	0	100	0	4,01
4	4	5	1	381,28	51,11	0	100	0	4,01
5	5	6	1	381,28	51,11	0	100	0	4,01
6	6	7	2	30	90	340	90	0	4,01
7	7	8	1	381,28	51,11	0	100	0	4,01
8	8	9	1	381,28	51,11	0	100	0	4,01
9	9	10	1	381,28	51,11	0	100	0	4,01
10	10	11	1	381,28	51,11	0	100	0	4,01
11	11	12	1	381,28	51,11	0	100	0	4,01
12	1	13	1	381,28	51,11	0	100	0	4,01
13	13	14	1	42,025	15,54	0	100	0	1,21
14	14	15	1	42,025	15,54	0	100	0	1,21
15	15	16	1	42,025	15,54	0	100	0	1,21
16	17	18	1	42,065	15,54	0	100	0	1,21
17	18	19	2	30	90	24	170	102	1,21
18	19	20	1	381,28	51,11	0	100	0	4,01
19	20	21	1	381,28	51,11	0	100	0	4,01
20	21	22	1	381,28	51,11	0	100	0	4,01
21	22	23	1	381,28	51,11	0	100	0	4,01
22	22	24	1	381,28	51,11	0	100	0	4,01
23	24	25	1	381,28	51,11	0	100	0	4,01
24	25	26	1	381,28	51,11	0	100	0	4,01
25	26	5	1	381,28	51,11	0	100	0	4,01
26	25	27	1	381,28	51,11	0	100	0	4,01
27	27	28	1	381,28	51,11	0	100	0	4,01

Tabelul 3

p_1	p_2	p_3	p_4	p_5	p_6	p_7	p_8
36,54	62,21	66,10	69,39	96,50	137,9	170,8	186,1

Pentru calculul la vibrații forțate s-au considerat forțele perturbatoare armonice, în fază, de aceeași pulsație ω, provenite din acțiunea compresorului $F_k(t) = F_k \cos \omega t$. Componenta maximă F_k a fiecărei forțe perturbatoare a fost stabilită ca fiind un procent de 10% din forța rezultată din acțiunea presiunii fluidului vehiculat în secțiunea transversală în care se află punctul de aplicare:

$$F_k = 0{,}1 \frac{\pi d_i^2}{4} p = 6{,}37 \text{ kN},$$

iar pulsația ω s-a obținut din relația

$$\omega = \frac{\pi n_\omega}{30} = 75{,}4 \text{ rad/s}.$$

În figura 2 sînt precizate nodurile și direcțiile după care acționează forțele perturbatoare.

Prin rularea în continuare a job-ului VIBRAȚII al programului C. S.D.C. se obțin: amplitudinile dinamice maxime, forțele de inerție maxime și eforturile secționale, precum și tensiunile dinamice produse de forțele perturbatoare și forțele de inerție, care sînt afișate la imprimantă.

În tabelul 4 s-au extras amplitudinile dinamice maxime în anumite noduri și după direcțiile precizate în tabel, care prezentau valori relativ mari, iar în tabelul 5 se prezintă tensiunile normale dinamice, în secțiunile (nodurile) unde au, de asemenea, valori relativ mari.

Tabelul 4

Valoarea amplitudinii dinamice Δ în nod pe direcția *x*, *y* sau *z*, cm							
6 *z*	7 *z*	8 *z*	9 *x*	9 *z*	10 *x*	10 *x*	11 *x*
0,43	0,57	0,69	0,13	0,69	0,19	0,59	0,46

Tabelul 5

Elementul	5	9	10	10	11	24
Capătul elem.	5	10	10	11	11	25
Efortul unitar daN/cm²	1 557	1 618	1 604	1 333	1 349	1 192

Din rezultatele date în tabelul 4 și tabelul 5, se observă că amplitudinile dinamice și tensiunile dinamice sînt relativ mari, vibrațiile conductei constatîndu-se și experimental, prin măsurători, ca fiind supărătoare.

2. *Vibrații proprii și forțate pentru conducta A în variantă îmbunătățită*

În vederea găsirii unui sistem de conducte similare cu un răspuns dinamic îmbunătățit, au fost analizate mai multe variante de conducte, la care s-a păstrat traseul conductei existente, dar la care s-au prevăzut diferite poziționări ale suporților.

Pentru variantele considerate s-a rulat programul C.S.D.C. și s-a selectat varianta de sistem de conducte pentru care răspunsul dinamic este cel mai favorabil, în sensul că amplitudinile dinamice și eforturile dinamice sînt minime, pentru aceleași forțe perturbatoare considerate în varianta existentă a conductei.

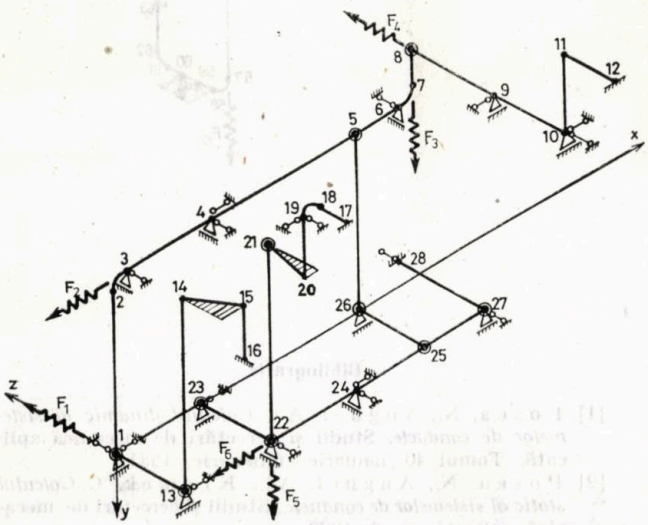


Fig. 3

În figura 3 este reprezentat sistemul de conducte *A*, în variantă îmbunătățită. Se remarcă faptul că traseul, nodurile modelului dinamic și forțele perturbatoare nu s-au modificat față de varianta *A* existentă, ci numai modul de rezemare al conductei (blocarea unor deplasări de noduri) așa cum se vede din tabelul 1, coloana intitulată „Cod legături nod în varianta îmbunătățită".

Primele opt pulsații proprii obținute pentru această variantă a conductei sînt date în tabelul 6, iar în tabelele 7 și 8 se dau amplitudinile dinamice maxime și respectiv tensiunile dinamice maxime.

Comparînd tabelele 4 cu 7 și 5 cu 8, se constată o reducere foarte mare a amplitudinilor și tensiunilor dinamice, pentru sistemul de conducte *A* varianta îmbunătățită, față de varianta existentă.

Tabelul 6

p_1	p_2	p_3	p_4	p_5	p_6	p_7	p_8
65,12	66,29	227,1	236,1	307,1	432,1	511,1	542,5

Tabelul 7

Valoarea amplitudinii dinamice Δ în nod pe direcția *x*, *y* sau *z*, cm

11 x	14 x	15 x	23 z
0,0085	0,0016	0,0023	0,0024

Tabelul 8

Elementul	6	9	22	23	23
Capătul elem.	7	9	23	24	25
Efortul unitar, daN/cm^2	86,2	85,3	140,4	131,9	156,8

3. *Vibrații proprii pentru conducta B în varianta existentă*

Topologia sistemului de conducte *B* varianta existentă este prezentată în figura 4. Cu datele despre noduri, elemente drepte și coturi, caracteristici geometrice ale secțiunilor și cele mecanice ale materialului, s-au întocmit tabele similare cu cele prezentate în §III.1 pentru conducta *A*, pe baza cărora s-au completat formularele de date pentru perforarea cartelelor de date de intrare. S-a rulat programul pentru calculul vibrațiilor proprii.

Din rezultatele afișate la imprimantă se prezintă în tabelul 9 primele 8 pulsații proprii.

La nodul 63 (fig. 4) conducta este racordată la un compresor cu piston cu dublă acțiune avînd $n_w = 460$ curse duble/min, pentru care rezultă o pulsație a forțelor perturbatoare $\omega = 48{,}2$ rad/s.

Se observă că pulsația perturbatoare ω se află între pulsația proprie fundamentală p_1 și cea de-a doua pulsație p_2, la o depărtare de 26% de cea fundamentală.

Pentru această conductă s-au făcut măsurători experimentale, care au scos în evidență starea vibratorie a conductei, ceea ce înseamnă că unii suporți nu au rigiditățile teoretice introduse în calcul.

În consecință, se impune o modificare a pulsației proprii fundamentale.

Tabelul 9

p_1	p_2	p_3	p_4	p_5	p_6	p_7	p
35,3	73,3	84,2	85,9	94,8	114,8	136,4	151,2

turbatoare ω cu 39%, îmbunătăţindu-se sensibil răspunsul dinamic al conductei.

Din soluţiile tehnice prezentate rezultă, cu claritate, atît eficienţa algoritmului şi programului întocmit, cît şi uşurinţa de aplicare în cazuri concrete de sisteme de conducte, avînd orice traseu sau configuraţie geometrică.

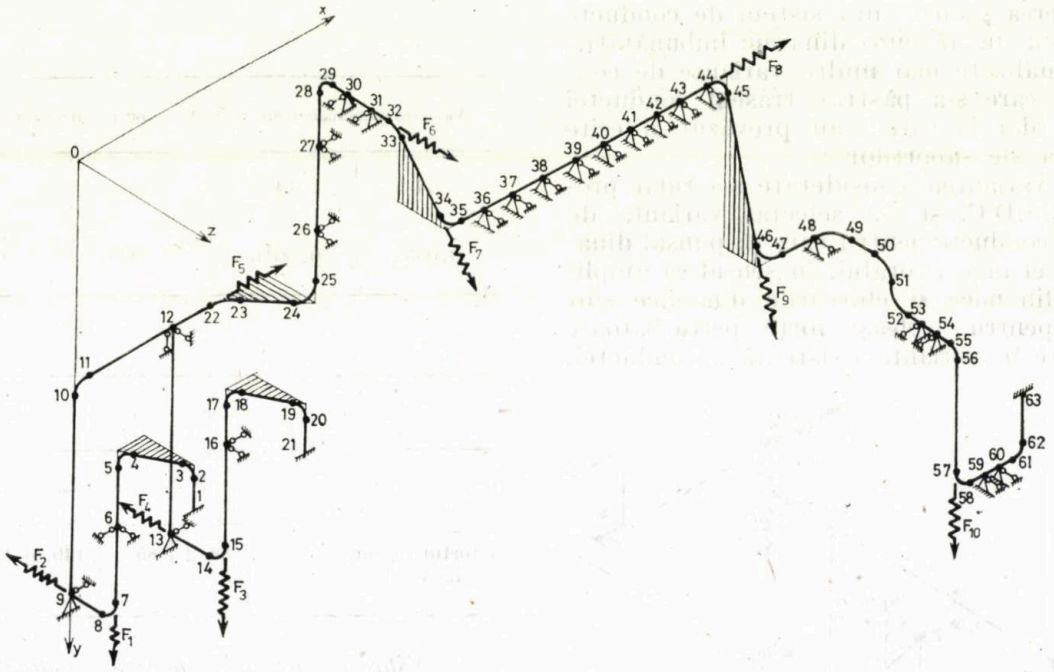


Fig. 4

Tabelul 10

p_1	p_2	p_3	p_4	p_5	p_6	p_7	p_8]
79,1	85,9	114,7	135,2	137,4	154,9	194,6	206,0

4. *Vibraţii proprii pentru conducta B varianta îmbunătăţită*

Pentru îmbunătăţirea răspunsului dinamic al conductei *B* au fost testate, cu ajutorul programului, mai multe variante ale acesteia, la care s-a păstrat traseul existent, dar s-au operat modificări privind legarea conductei la suporţi.

S-a obţinut astfel o variantă îmbunătăţită, care diferă faţă de varianta existentă doar prin blocarea translaţiei după direcţia x în nodul 34 (fig. 4), a translaţiilor după y şi z în nodul 47 şi a translaţiei după z în nodul 53.

Pentru această variantă îmbunătăţită s-au obţinut pulsaţiile prezentate în tabelul 10. Se observă că s-a reuşit să se ridice pulsaţia fundamentală p_1, peste pulsaţia forţelor per-

Bibliografie

[1] Posea, N., Anghel, Al. *Calculul dinamic al sistemelor de conducte.* Studii şi cercetări de mecanică aplicată. Tomul 40, ianuarie—februarie, 1981.

[2] Posea, N., Anghel, Al., Kromek, C. *Calculul static al sistemelor de conducte.* Studii şi cercetări de mecanică aplicată, nr. 6, 1980.

[3] Posea, N. ş.a. *Cercetări teoretice şi elaborarea algoritmelor pentru calculul la vibraţii al sistemelor de conducte cu ramificaţii.* Lucrare de contract de cercetare nr. 10/1977, etapa 1979.

[4] Gheorghiu, Al. *Concepţii moderne în calculul structurilor.* Ed. tehnică, Bucureşti.

[5] Posea, N. *Curs de vibraţii mecanice.* Litografia I.P.G. Ploieşti, 1980.

[6] Massonet, Gh. *Calculul structurilor la calculatoarele electronice.* Ed. tehnică, Bucureşti.

[7] Klaus-Jürgen Bathe, Edward L. Wilson, Fred. I. Petersson, *A structural analysis program for static and dynamic response of linear system.* Berkeley, California, 1973.

[8] Zienkiewich, D. C. *The finite element method in structural and continuum mechanica.* McGraw-Hill publishing, C.L. England, 1971.

[9] * * * *Petroleum rafinery piping.* American national standard Published by engineers, 1973.

[10] Posea, N., Anghel, Al., Dărvăreanu, St. Lucrare de contract de cercetare, nr. 50/1980.

[11] Posea, N., Anghel, Al., Dărvăreanu, St. Lucrare de contract de cercetare, nr. 121/1981.

[12] Posea, N., Anghel, Al., Dărvăreanu, St. Lucrare de contract de cercetare, nr. 2/1982.

Cercetarea mişcării elastodinamice a sistemului IS—MT—S în timpul proceselor de manevră (II)

Dr. ing. **N. Calotă**
Institutul de petrol şi gaze Ploieşti

II. Materialul tubular

Materialul tubular este alcătuit dintr-o succesiune de tuburi care, în general, au diferite arii ale suprafeţei secţiunii transversale. Astfel, garnitura de foraj este alcătuită din coloana prăjinilor de foraj şi coloana prăjinilor grele. La rîndul ei, coloana prăjinilor de foraj, pentru adîncimi mari, este tronsonată, diferitele tronsoane avînd diametre interioare şi exterioare diferite. De asemenea, coloana de burlane este tronsonată.

Diferitele tronsoane sînt alcătuite din prăjini sau burlane îmbinate prin racorduri speciale sau mufe de legătură. Aceste elemente de îmbinare reprezintă o variaţie de masă şi constantă elastică faţă de mărimile respective ale corpului tubului.

Pentru cazul deplasărilor axiale ale secţiunilor transversale ale corpului materialului tubular, modelul matematic este reprezentat de ecuaţia (1). Asimilînd oţelul din care este confecţionat materialul tubular cu un corp vîscoelastic de tip Kelvin (legea constitutivă (5)), modelul matematic al mişcării devine:

$$-\rho A\ddot{S}(x,t) + EAS''(x,t) + kA\dot{S}'' + F(x,t) = 0. \tag{25}$$

Forţa distribuită $F(x,t)$ reprezintă suma greutăţii unităţii de lungime a materialului tubular şi a eforturilor dintre acesta şi fluidul de foraj, pe aceeaşi lungime,

$$F(x,t) = \rho Ag - 2\pi[R_0\tau_i(x,t) + R_1\tau_e(x,t)], \tag{26}$$

în care semnificaţia notaţiilor noi este prezentată în figura 11.

Tensiunile de forfecare interioare şi exterioare (τ_i şi respectiv τ_e) sînt dependente de valoarea gradienţilor de viteză ai particulelor fluidului de foraj într-o vecinătate oricît de mică a pereţilor materialului tubular. Trebuie remarcat faptul că variaţia vitezei particulelor fluidului de foraj, în lungul razei, este dependentă, atît de curgerea vîscoplastică a acestuia, cît şi deformarea lui elastică.

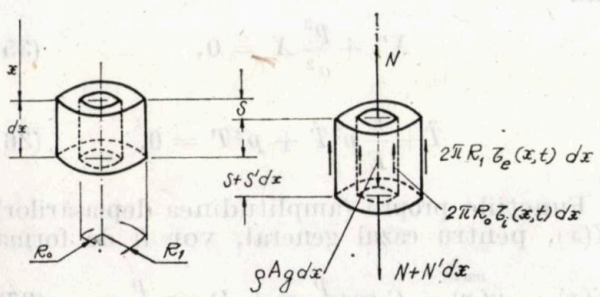


Fig. 11

Elementele de îmbinare ale prăjinilor sau burlanelor reprezintă o variaţie a ariei suprafeţei secţiunii transversale în lungul axei x, $A(x)$. Modelul matematic al mişcării este tot ecuaţia (1) scrisă pe porţiuni pentru care $A(x)$ are anumite legi de variaţie. Condiţiile de compatibilitate între două zone succesive sînt reprezentate de egalităţile dintre deplasările sau eforturile de la sfîrşitul primei porţiuni şi mărimile omoloage de la începutul următoarei.

Evident, din cauza numărului mare de porţiuni, calculul dinamic al propagării undelor de deformaţie elastică în lungul elementului de îmbinare devine impracticabil. Fără a modifica sensibil precizia studiului dinamic, elementul de îmbinare real, de masă m_{ei}, constantă elastică c_{ei} şi lungimea l_{ei}, va fi înlocuit printr-un tub echivalent, avînd aria suprafeţei secţiunii transversale A, constantă şi egală cu cea a corpului materialului tubular, masa, constanta elastică şi lungimea, egale cu mărimile omoloage ale îmbinării reale. Masa specifică ρ_x şi modulul de elasticitate longitudinală E_x ale tubului echivalent rezultă, cu uşurinţă:

$$\rho_x = \frac{m_{ei}}{Al_{ei}}; \tag{27}$$

$$E_x = \frac{l_{ei}c_{ei}}{A}. \tag{28}$$

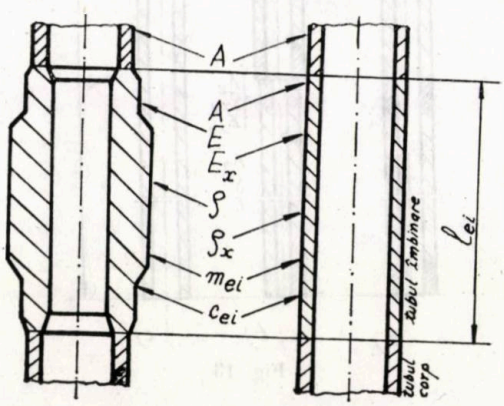


Fig. 12

Echivalenţa dintre îmbinarea reală şi modelul ei mecanic este prezentată grafic în figura 12.

Pentru tubul echivalent, modelul matematic al mișcării este formal identic cu cel utilizat pentru studiul dinamicii corpului materialului tubular (25). Deosebirea constă în valorile diferite ale masei specifice și modulului de elasticitate (ρ_x și E_x).

Studiul dinamicii materialului tubular constă în construirea soluției modelului matematic (25) în mod succesiv pentru diferitele tronsoane, valorile coeficienților ecuației diferențiale fiind în funcție de tipul tubului (corp sau îmbinare). Dacă materialul tubular este alcătuit și din tuburi cu diferite diametre nominale, atunci se va modifica în mod corespunzător în (25) și aria secțiunii transversale, A. Condițiile de compatibilitate între două tuburi succesive sînt date de egalitatea, atît a deplasărilor în două vecinătăți oricît de mici ale secțiunii de contact în amontele și avalul acesteia, cît și de cea a eforturilor în aceleași puncte.

Deși prin introducerea aproximației tubului echivalent elementului de îmbinare, calculul dinamic a fost simplificat, acesta rămîne totuși suficient de laborios.

În vederea unei noi simplificări, cu menținerea unei precizii acceptabile, să examinăm posibilitatea înlocuirii materialului tubular alcătuit din tronsoane cu caracteristici diferite (tub corp și tub îmbinare sau tuburi cu diametre nominale diferite) printr-un model mecanic echivalent ansamblului, alcătuit dintr-un tub omogen și cu secțiunea transversală de arie constantă și egală cu mărimea omoloagă a unuia dintre tronsoane. Lungimea tubului

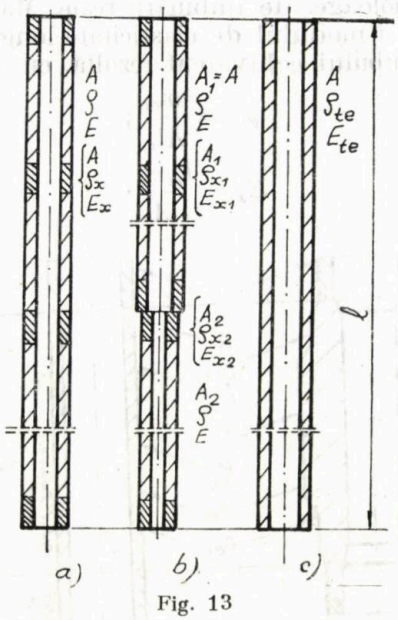


Fig. 13

echivalent va fi egală cu cea a materialului tubular. Masa specifică ρ_{te} și modulul de elasticitate longitudinală E_{te} ale modelului echivalent se vor determina din condiția ca acesta și tubul tronsonat să aibă aceeași masă și aceeași pulsație fundamentală (aproximativ aceeași comportare dinamică). Diferențele între valorile pulsațiilor proprii de ordin superior ($n \geqslant 2$), ale celor două sisteme elastice, vor da o informație asupra preciziei echivalenței unuia prin celălalt. În figura 13 sînt prezentate, schematic, tubul tronsonat cu un singur diametru nominal a, tubul tronsonat cu mai multe diametre nominale b și tubul echivalent c.

1. *Determinarea pulsațiilor proprii ale tubului tronsonat*

În cele ce urmează se va neglija existența fluidului de foraj: $\tau_i = \tau_e = 0$, $\rho_f = 0$. De asemenea, deformațiile dinamice se vor studia peste starea de deformare sub proprie greutate, $S(x, 0)$, utilizînd schimbarea de variabilă

$$S(x, t) = S(x, 0) + u(x, t) \tag{29}$$

În noua variabilă și cu aproximațiile menționate, ecuația (25) devine

$$-\rho A\ddot{u} + EAu'' + kA\dot{u}'' = 0 \tag{30}$$

în care coeficienții iau valori corespunzătoare diferitelor tronsoane.

Notînd cu

$$a^2 = \frac{E}{\rho} \tag{31}$$

și acceptînd

$$u(x, t) = X(x) \cdot T(t), \tag{32}$$

obținem

$$X\ddot{T} - a^2X''T - \frac{k}{\rho}X''\dot{T} = 0. \tag{33}$$

Separînd variabilele și impunînd condiția ca, pentru existența mișcării oscilatorii, fiecare membru al egalității să fie egal cu o constantă negativă, $-p^2$, obținem

$$a^2\frac{X''}{X} = \frac{\ddot{T}}{\frac{k}{E}\dot{T} + T} = -p^2, \tag{34}$$

sau

$$X'' + \frac{p^2}{a^2}X = 0, \tag{35}$$

$$\ddot{T} + \frac{k}{E}p^2\dot{T} + p^2T = 0. \tag{36}$$

Funcțiile proprii (amplitudinea deplasărilor) $X(x)$, pentru cazul general, vor fi de forma

$$X(x) \overset{max}{=} u(x) = C\cos\frac{p}{a}x + D\sin\frac{p}{a}x. \tag{37}$$

Forţa axială într-o secţiune oarecare a tronsonului poate fi exprimată ca funcţie de deplasare prin relaţia

$$N = EAu' + kA\dot{u}' = EAX'\left(T + \frac{k}{E}\dot{T}\right). \quad (38)$$

Pentru amplitudinea forţei axiale va fi folosită notaţia

$$N^{max} = EAX'. \quad (39)$$

Cunoscînd valorile amplitudinii deplasării X_0 şi ale amplitudinii forţei axiale N_0^{max} la capătul primului tronson ($x = 0$), se pot determina mărimile u^{max} şi N^{max} în orice secţiune a acestuia. În adevăr, din (37) şi (39) rezultă

$$X_0 = X_{x=0} = C$$

$$N_0^{max} = EAX'_{x=0} = \frac{p}{a} EAD$$

Cu valorile constantelor C şi D determinate din relaţiile de mai sus, expresiile generale ale amplitudinilor deplasării şi efortului axial devin

$$u^{max} = X_0 \cos\frac{p}{a}x + \frac{a}{p}\frac{1}{EA}N_0^{max}\sin\frac{p}{a}x \quad (40)$$

$$N^{max} = N_0^{max}\cos\frac{p}{a}x - \frac{p}{a}EAX_0\sin\frac{p}{a}x$$

amplitudinilor deplasării sau efortului axial la capetele tronsonului. Indiferent de condiţiile de capăt, ecuaţiile ce exprimă condiţiile la limită sînt omogene şi pot da valori ale constantelor diferite de zero, numai în cazul cînd determinantul principal al sistemului algebric liniar este egal cu zero. Egalînd cu zero acest determinant se obţine o ecuaţie din care se determină pulsaţiile oscilaţiilor proprii.

Exemplul nr. 1 de calcul

Ne propunem să determinăm pulsaţiile proprii pentru două sisteme elastice şi anume, pentru o garnitură alcătuită din 300 prăjini de foraj IEI (STAS 8037-67) cu dimensiunea nominală de 5 in reunite prin racorduri speciale corespunzătoare (fig. 14) şi pentru un model mecanic constînd dintr-un tub avînd aceeaşi lungime cu a garniturii şi aceleaşi caracteristici ca ale corpului prăjinilor.

Prin calcul, neglijînd influenţa filetului, se obţin, pentru caracteristicile racordului special, următoarele valori:

$$c_{ei} = 2{,}1628 \cdot 10^9 \text{ N/m},$$
$$m_{ei} = 81{,}0095 \text{ kg}.$$

Pentru determinarea unei pulsaţii proprii a materialului tubular, se alege o valoare arbitrară a acesteia şi apoi se calculează, succesiv, valorile expresiilor (40), alternativ pentru tubul corp şi tubul îmbinare, plecînd de la condiţiile limită corespunzătoare capătului superior şi verificînd, în final, îndeplinirea condiţiilor limită corespunzătoare capătului inferior. Dacă

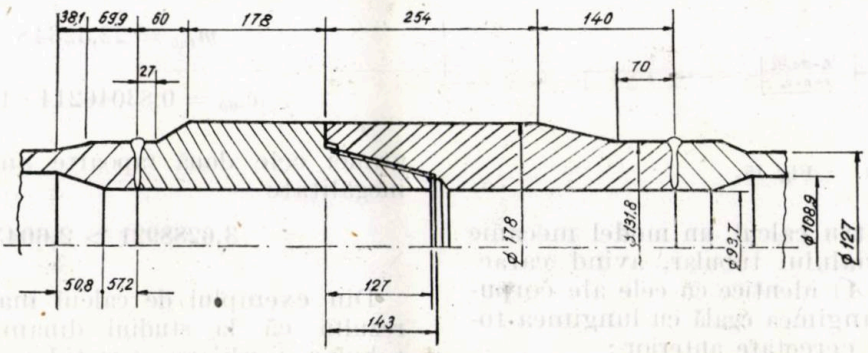


Fig. 14

Valorile acestor amplitudini la sfîrşitul primului tronson de lungime l_1 se obţin, cu uşurinţă, din (40) pentru $x = l_1$ şi constituie valori iniţiale pentru tronsonul următor. Astfel este posibilă scrierea expresiilor lui u^{max} şi N^{max} în mod succesiv pentru toate tronsoanele şi apoi luînd în considerare condiţiile limită se pot determina pulsaţiile p ale oscilaţiilor proprii.

2. *Determinarea pulsaţiilor proprii ale tubului echivalent*

Tubul echivalent este alcătuit dintr-un singur tronson. Constantele C şi D, cuprinse în (37) şi (39), se vor determina în funcţie de valorile acestea din urmă nu sînt verificate, se alege o altă valoare pentru pulsaţia p şi calculele sînt reluate. Algoritmul acestei metodologii este prezentat în schema logică din figura 15. Cu un grad de precizie $\varepsilon = 10^{-3}$ au fost obţinute, cu ajutorul calculatorului Felix C-256, următoarele valori, pentru primele şase pulsaţii proprii:

$p_1 = 5{,}10320$ rad/s,
$p_2 = 10{,}20640$ rad/s,
$p_3 = 15{,}30959$ rad/s,
$p_4 = 20{,}41100$ rad/s,
$p_5 = 25{,}51062$ rad/s,
$p_6 = 30{,}60845$ rad/s.

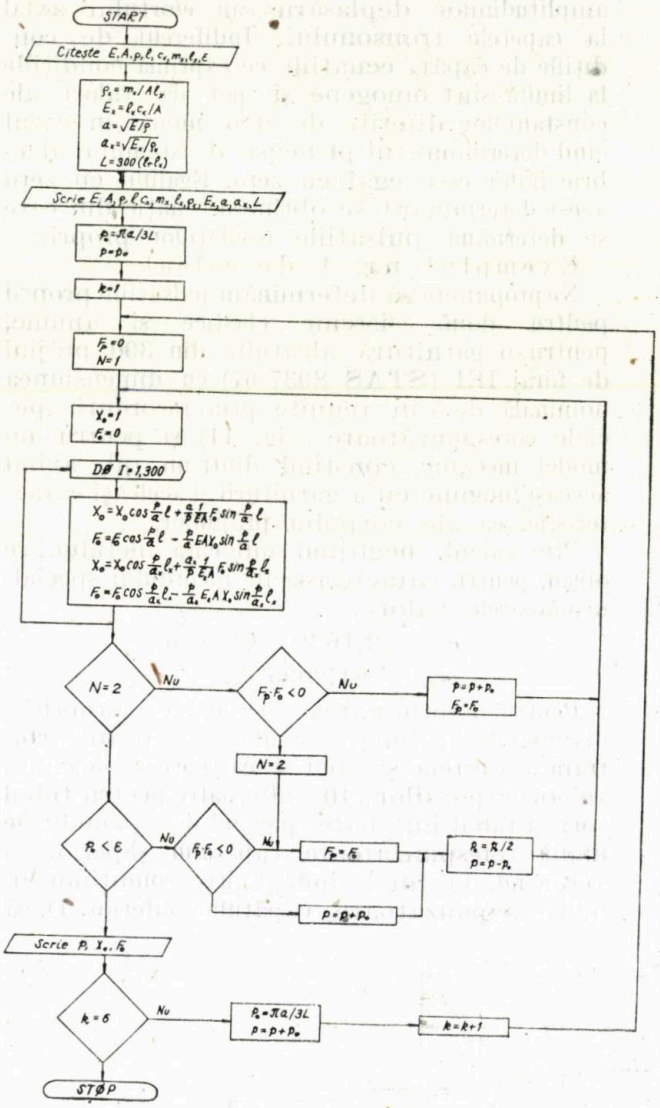


Fig. 15

Acceptăm, pentru calcul, un model mecanic echivalent materialului tubular, avînd caracteristicile (E, ρ, A) identice cu cele ale corpului prăjinii, iar lungimea egală cu lungimea totală a garniturii cercetate anterior:

$$E = 2{,}1 \cdot 10^{11} \text{ N/m}^2,$$

$$\rho = 7\,850 \text{ kg/m}^3,$$

$$A = 3{,}35348 \cdot 10^{-3} \text{m}^2,$$

$$l = 2\,954{,}4 \text{ m}.$$

Acceptînd cazul capetelor libere, atît forţa axială, cît şi, în consecinţă, lungirea specifică, vor fi nule. Aceste condiţii vor fi satisfăcute dacă

$$X'_{x=0} = X'_{x=l} = 0$$

sau

$$D = 0; \qquad -C \frac{p}{a} \sin \frac{p}{a} l = 0$$

O valoare diferită de zero pentru C şi p se poate obţine numai pentru

$$\sin \frac{p}{a} l = 0$$

sau

$$p = n \frac{\pi a}{l}, \quad n = 1,2,\ldots$$

Pentru o comparaţie, calculăm primele şase pulsaţii ale modelului:

$p_1 = 5{,}4999076$ rad/s,

$p_2 = 10{,}999815$ rad/s,

$p_3 = 16{,}499723$ rad/s,

$p_4 = 21{,}999631$ rad/s,

$p_5 = 27{,}499538$ rad/s,

$p_6 = 32{,}999446$ rad/s.

Observăm că pulsaţiile proprii ale garniturii reale sînt cu aproximativ 7,2% mai reduse decît cele ale tubului, avînd caracteristicile egale cu cele ale corpului prăjinii. Aceasta se explică prin faptul că raportul între masa îmbinării şi masa corpului tubului, pe o lungime egală cu a acesteia ($l_{ei} = 0{,}848$ m), este mai mare decît raportul constantelor elastice ale celor două continuumuri materiale. Astfel, dacă masa şi constanta elastică a corpului tubului, pe lungimea l_{ei}, sînt

$$m_{tub} = 22{,}32348 \text{ kg},$$

$$c_{tub} = 0{,}83046214 \cdot 10^9 \text{ N/m}$$

atunci cele două rapoarte amintite vor fi în inegalitate

$$3{,}6288921 > 2{,}6043331.$$

Din exemplul de calcul mai sus prezentat, rezultă că la studiul dinamicii materialului tubular, neglijarea variaţiilor de masă şi constantă elastică, introduse de elementele de îmbinare, nu se poate face decît acceptînd o rezolvare aproximativă a problemei.

Aşa cum s-a propus mai sus, caracteristicile tubului echivalent (ρ_{te} şi E_{te}) vor fi calculate din condiţia ca acesta şi garnitura de foraj să aibă aceeaşi pulsaţie proprie fundamentală,

$$p = \pi \frac{a_{te}}{l_{te}} = 5{,}1032 \text{ rad/s}.$$

De aici rezultă viteza de propagare a deformaţiei elastice în tubul echivalent,

$$a_{te} = 4799{,}1244 \text{ m/s}.$$

Dacă impunem și condiția egalității maselor celor două sisteme elastice, rezultă

$$\rho_{te} = 9\,133{,}2017 \text{ kg/m}^3$$

și

$$E_{te} = 2{,}1035 \cdot 10^{11} \text{ N/m}^2,$$

reprezentînd creșteri de 16,34% și, respectiv, de 0,16% față de mărimile omoloage ale corpului prăjinii de foraj.

Exemplul nr. 2 de calcul

Ne propunem să determinăm varianta optimă privind luarea în considerare a coloanei de prăjini grele în componența modelului mecanic echivalent materialului tubular.

Să presupunem că, pentru alcătuirea unei garnituri de foraj, în partea inferioară a coloanei de prăjini de foraj, din exemplul anterior, va fi montată o coloană alcătuită din 16 bucăți (de 9 m) prăjini grele 6 1/4 NC 46 (4U) STAS 1898-71, rezultînd o construcție frecvent întîlnită.

Constanta elastică a coloanei de prăjini grele rezultă prin calcul

$$c_{pg} = 2{,}5135883 \cdot 10^7 \text{ N/m},$$

iar cea a coloanei prăjinilor de foraj

$$c_{pf} = 2{,}5172 \cdot 10^5 \text{ N/m}.$$

Observăm că $c_{pg} = 99{,}85\ c_{pf}$ ceea ce înseamnă că, în calculele dinamice, se poate neglija elasticitatea coloanei prăjinilor grele în comparație cu cea a prăjinilor de foraj.

Acceptînd aproximația de mai sus, modelul mecanic al materialului tubular (fig. 16) rezultă sub forma unui tub, avînd caracteristici distribuite și echivalente tronsoanelor de prăjini de foraj, reunit, în partea inferioară, cu o masă nedeformabilă, avînd valoarea egală cu cea a masei prăjinilor grele, m_{pg}.

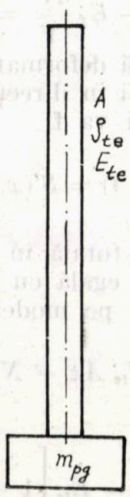


Fig. 16

III. Fluidul de foraj

În timpul proceselor de manevră, fluidul de foraj se află, atît în zona materialului tubular, cît și sub capătul inferior al acestuia. Astfel, în vecinătatea materialului tubular, există două coloane de fluid de foraj, una cilindrică circulară și alta inelară, respectiv în interiorul și exteriorul acestuia. În sonda liberă, sub capătul inferior al materialului tubular, există o altă coloană cilindrică circulară.

Dacă se ține seama și de compresibilitatea fludiului de foraj [9], modelul matematic al mișcării lui în sondă este reprezentat de

$$\frac{dv_i}{dt} = F_i - \frac{1}{\rho_f}\left\{p_{,i} + \eta v_{i,jj} + \frac{1}{3} v_{i,jj} + \right.$$

$$\left. + 2\eta_{,j}\left[\frac{1}{2}(v_{i,j} + v_{j,i}) - \frac{1}{3} v_{k,k}\,\delta_{ij}\right]\right\} \quad (41)$$

unde, pe lîngă notațiile cunoscute, δ_{ij} este simbolul lui Kronecker,

$$\delta_{ij} = \begin{cases} 1 \text{ pentru } i = j, \\ 0 \text{ pentru } i \neq j. \end{cases}$$

La această ecuație se adaugă și ecuația de stare și cea de continuitate [9].

Condițiile limită vor fi :

— pe pereții sondei, $v = 0$;

— pe pereții materialului tubular, în deplasări $S = S(x, t)$ sau, în eforturi, $\tau = \tau_i(x, t)$ în interiorul acestuia și $\tau = \tau_e(x, t)$ în exteriorul lui, x fiind axa sondei și t, timpul.

Vibrațiile mecanice ale fluidului existent în cele trei coloane sînt datorate unor moduri diferite de excitație (de perturbare). Astfel, coloana din interiorul materialului tubular are o excitație cinematică pe suprafața laterală, distribuită pe înălțime, datorată deplasărilor dinamice ale secțiunilor acestuia. În mod similar este excitată pe suprafața laterală interioară și coloana inelară. Spre deosebire de acestea, coloana de fluid existentă în sonda liberă este excitată axial de către capătul inferior al materialului tubular. În toate cele trei cazuri, modelul matematic al mișcării este, așa cum s-a precizat mai sus, alcătuit din ecuațiile de stare, continuitate și (41). Rezolvarea acestui sistem de ecuații diferențiale este destul de laborioasă, ceea ce face utilă încercarea de a aduce unele simplificări în modul de tratare al problemei.

În cele ce urmează pereții sondei se consideră nedeformabili.

1. *Coloanele din interiorul și exteriorul materialului tubular*

În timpul procesului de introducere a materialului tubular în sondă, cele două coloane de fluid de foraj se deplasează ascendent. De aceea, orice secțiune a materialului tubular

intră în contact lateral cu mereu alte particule ale fluidului de foraj, ceea ce înseamnă că mişcarea vibratorie a acestora este neîntreţinută.

Inexistenţa unei mişcări vibratorii stabilizate a fluidului de foraj şi existenţa unei aderenţe între acesta şi materialul tubular în mişcare oscilatorie longitudinală conduce la propunerea următoarei aproximaţii : orice particulă de fluid, aflată la distanţa r faţă de axa sondei, are (peste mişcarea de rigid) o deplasare proporţională cu cea a peretelui materialului tubular (sau tubului echivalent acestuia). Deci, deplasările particulelor fluidului de foraj, în interiorul materialului tubular, $\varphi_i(x, r, t)$

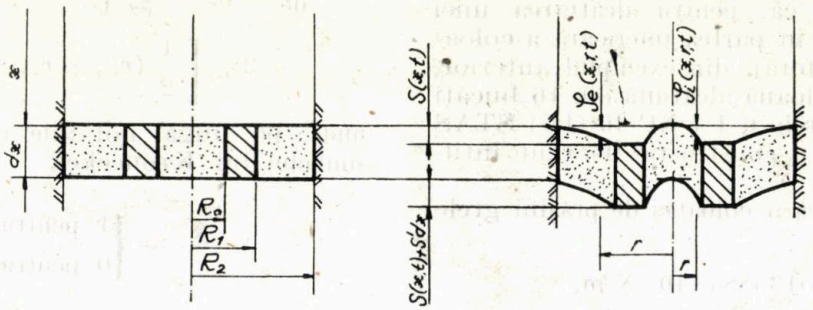


Fig. 17

şi exteriorul acestuia, $\varphi_e(x, r, t)$ vor fi de forma (fig. 17) :

$$\varphi_i(x, r, t) = S(x, t) \cdot f_i(r), \qquad (42)$$
$$\varphi_e(x, r, t) = S(x, t) \cdot f_e(r),$$

în care

$S(x, t)$ este deplasarea secţiunii materialului tubular aflată la abscisa x şi la timpul t;

$f_i(r)$ şi $f_e(r)$ – funcţii de proporţionalitate.

Fluidul de foraj antrenat în mişcarea vibratorie şi materialul tubular formează împreună un sistem elastodisipativ cu caracteristici distribuite, acestea avînd valori diferite de cele ale fiecărui element component în parte.

În cele ce urmează ne propunem să construim un model mecanic echivalent ansamblului material tubular-fluid de foraj. Acest model va fi reprezentat de un tub avînd aria suprafeţei secţiunii transversale A şi lungimea l egale cu cele ale materialului tubular. Caracteristicile distribuite echivalente (ρ_e, E_e şi k_e) vor fi determinate din condiţia ca forţele de inerţie, elastice şi cele datorate frecărilor interne să fie, pe rînd egale, în secţiunile analoage ale sistemului real şi modelului.

Pentru un element infinitezimal, forţa de inerţie a fluidului va fi

$$\mathrm{d}F_f^i = 2\pi\left[\int_0^{R_0} \rho_f(r)\, \ddot{\varphi}_i(x, r, t) r\,\mathrm{d}r + \right.$$
$$\left. + \int_{R_1}^{R_2} \rho_f(r) \ddot{\varphi}_e(x, r, t)\, r\mathrm{d}r\right] \mathrm{d}x \cdot \qquad (43)$$

Pentru acelaşi element infinitezimal, forţa de inerţie totală va fi egală cu cea corespunzătoare elementului modelului :

$$\mathrm{d}F^i = \rho_{te} A \ddot{S}(x, t)\,\mathrm{d}x + \mathrm{d}F_f^i = \rho_e A \ddot{S}(x, t)\mathrm{d}x \quad (44)$$

de unde rezultă, ţinînd seama de (42),

$$\rho_e = \rho_{te}\left[1 + 2\pi \cdot \right.$$
$$\left. \cdot \frac{\int_0^{R_0} \rho_f(r) f_i(r)\, r\mathrm{d}r + \int_{R_1}^{R_2} \rho_f(r) f_e(r)\, r\mathrm{d}r}{\rho_{te} A}\right], \quad (45)$$

în care ρ şi ρ_f reprezintă masele specifice ale tubului şi fluidului.

Forţa elastică în secţiunea x a fluidului va fi

$$N_f^e = -2\pi\left[\int_0^{R_0} \mathrm{d}p^e(r)\, r\mathrm{d}r + \int_{R_1}^{R_2} \mathrm{d}p^e(r)\, r\mathrm{d}r\right] \quad (46)$$

în care $\mathrm{d}p^e = -E_f \dfrac{\mathrm{d}V}{V} = -E_f \varepsilon_v$.

Presupunînd că deformarea elastică a fluidului are loc numai în direcţia x, variaţia specifică a volumului va fi

$$\varepsilon_v = \varphi'(x, r, t) = S'(x, t) \cdot f(r) = \varepsilon \cdot f(r)$$

Forţa elastică totală în secţiunea x a sistemului real va fi egală cu cea corespunzătoare aceleiaşi secţiuni pe model

$$N^e = E_{te} A\varepsilon + N_f^e = E_e A\varepsilon \qquad (47)$$

de unde

$$E_e = E_{te}\left[1 + 2\pi \cdot \right.$$
$$\left. \cdot \frac{\int_0^{R_0} E_f(r) f_i(r) r\,\mathrm{d}r + \int_{R_1}^{R_2} E_f(r) f_e(r)\, r\mathrm{d}r}{E_{te} A}\right]. \quad (48)$$

Efortul axial din secțiunea x, datorat forțelor de frecare internă ce apar la deformarea elementului infinitezimal, de lungime dx, în zona fluidului de foraj, va fi

$$N_f^d = 2\pi \left[\int_0^{R_0} k_f(r)\, \dot{\varphi}_i'(x, r, t) r \cdot dr + \right.$$

$$\left. + \int_{R_1}^{R_2} k_f(r)\, \dot{\varphi}_e'(x, r, t)\, r \cdot dr \right] \qquad (49)$$

în care k_f reprezintă coeficientul amortizărilor interne în fluid.

La obținerea expresiei (49) s-a presupus că la deformarea elastică a fluidului de foraj, forțele de disipare internă cît și variația corespunzătoare a presiunii sînt de natură vîscoasă

$$dp^d = -k_f \dot{\varepsilon}_v.$$

Efortul axial total, în secțiunea x, datorat disipărilor interne ale sistemului real, va fi egal cu efortul corespunzător în aceeași secțiune a modelului mecanic echivalent:

$$N^d = kA\dot{S}' + N_f^d = k_e A \dot{S}', \qquad (50)$$

de unde

$$k_e = k \left[1 + 2\pi \cdot \right.$$

$$\left. \frac{\int_0^{R_0} k_f(r) f_i(r) r\, dr + \int_{R_1}^{R_2} k_f(r) f_e(r) r\, dr}{kA} \right]. \qquad (51)$$

Valorile caracteristicilor distribuite ale modelului echivalent pot fi determinate, atît pe cale teoretică, din (45), (48) și (51) cunoscînd (42), cît și prin metode experimentale [3].

Modelul matematic al mișcării este reprezentat de ecuația diferențială (25) în care se vor introduce următoarele modificări:

— expresiile forțelor, de inerție, elastică și datorată disipărilor interne, vor fi înlocuite cu cele echivalente corespunzătoare (44), (47), (50):

— eforturile specifice τ_i și τ_e sînt datorate numai curgerii vîscoplastice a fluidului de foraj.

Referitor la tensiunile τ_i și τ_e, trebuie remarcat faptul că, acestea conduc la variații reduse (eventual neglijabile) ale forței axiale în materialul tubular. De exemplu, la coborîrea, cu o viteză de 2 m/s, a unui material tubular, cu dimensiunea nominală de 5 in IEI, într-o sondă cu diametrul de 0,214 m, în care se găsește un fluid binghamian cu importante proprietăți vîscoplastice ($\tau_0 = 13{,}89$ *Pa*, $\eta_p = 0{,}066$ *Pa s*), rezultă prin calcul [8]:

$$\tau_i = 31{,}8 \text{ N/m}^2, \quad \tau_e = 35{,}8 \text{ N/m}^2.$$

Forța de frecare cu care fluidul de foraj, în curgere vîscoplastică, acționează asupra materialului tubular, este distribuită, are direcția verticală și, pentru cazul considerat, are sensul ascendent și valoarea (norma vectorului) de 25 N/m. Această forță conduce la modificarea deformației statice axiale, iar mișcările dinamice, printr-o schimbare de variabilă, pot fi studiate pentru această stare de deformație.

Se poate constata și faptul că, în adevăr, forța de frecare cu fluidul de foraj conduce la variații ale eforturilor axiale, neglijabile în comparație cu cele datorate solicitărilor dinamice.

2. *Coloana din sonda liberă*

Fluidul de foraj existent în sonda liberă se află în repaus, în el putîndu-se produce mișcări oscilatorii (variații ale vitezei, presiunii și masei specifice) datorate perturbației impuse de capătul inferior al materialului tubular.

Necesitatea studierii propagării deformațiilor elastice în coloana de fluid din sonda liberă, apare numai în cazul „pistonării pure", caz întîlnit numai accidental în practica proceselor de manevră. În toate celelalte situații (inclusiv în cazul „pistonării impure"), din cauza posibilității circulației locale a fluidului (pe lîngă și în interiorul capătului inferior al materialului tubular), se poate considera că efortul axial existent între cele două elemente, peste cel corespunzător presiunii hidrostatice (forța arhimedică), este neglijabil.

În cazul „pistonării pure" și în aproximația că pereții (tubați sau netubați) sînt nedeformabili, mișcarea ce ia naștere, în fluidul de foraj, este unidimensională, paralelă cu axa sondei și dependentă de coordonata x și timpul t (fig. 18).

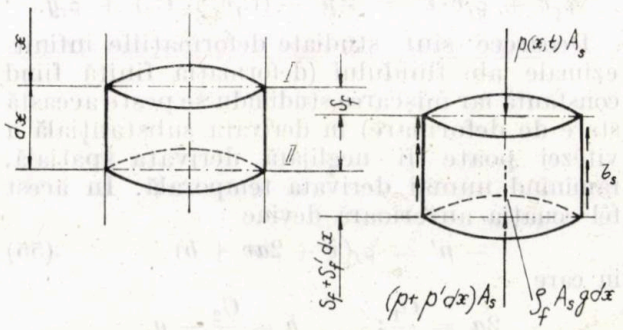


Fig. 18

Pentru stabilirea modelului matematic al mișcării să examinăm, pentru început, condiția de continuitate a masei unui element infinitezimal de lungime dx.

Debitul masic în secțiunea I va fi:

$$Q_m(x, t) = A_s \rho_f(x, t) v(x, t)$$

iar în cea de-a II-a

$$Q_m(x + dx, t) = A_s \rho_f(x + dx, t) v(x + dx, t),$$

în care A_s este aria suprafeței secțiunii transversale a sondei.

Variaţia masei volumului elementar în intervalul de timp dt, va fi:

$$\rho_f(x, t)A_s\,dx - \rho_f(x, t + dt)A_s\,dx =$$
$$= \rho_f(x, t)A_s\,dx - [\rho_f(x, t) + \dot{\rho}_f(x, t)\,dt]A_s\,dx =$$
$$= -\dot{\rho}_f(x, t)dtA_s\,dx.$$

Aceeaşi variaţie a masei va fi egală şi cu

$$[Q_m(x + dx, t) - Q_m(x, t)]\,dt =$$
$$= [Q_m(x, t) + Q'_m(x, t)dx - Q_m(x, t)]\,dt =$$
$$= Q'_m(x, t)\,dx\,dt.$$

Deci

$$Q'_m(x, t) = -A_s\dot{\rho}_f(x, t) \qquad (52)$$

Introducînd expresia debitului masic, $Q_m = A_s\rho_f v$, relaţia (52) devine

$$\dot{\rho}_f + (\rho_f v)' = 0 \qquad (53)$$

adică forma, pentru curgerea unidimensională, a ecuaţiei de continuitate [9] a fluidelor compresibile.

Ecuaţia de echilibru dinamic, a elementului infinitezimal, va fi:

$$\rho_f A_s\frac{dv}{dt}dx = p(x, t)A_s -$$
$$-[p(x, t) + p'(x, t)\,dx]A_s - p_s A_s\,dx + \rho_f A_s g\,dx, \qquad (54)$$

în care p_s este gradientul presiunii suplimentare datorate frecării fluidului cu pereţii sondei (unde apare efortul specific de forfecare τ_s).

Pentru fluide binghamiene se acceptă

$$p_s = C_1 v + C_2.$$

Cu această notaţie, ecuaţia (54) devine

$$\rho_f\dot{v} + \rho_f v\cdot v' = -p' - (C_1 v + C_2) + \rho_f g.$$

Deoarece sînt studiate deformaţiile infinitezimale ale fluidului (deformaţia finită fiind constantă iar mişcarea studiindu-se peste această stare de deformare) în derivata substanţială a vitezei poate fi neglijată derivata spaţială, rămînînd numai derivata temporală. În acest fel ecuaţia anterioară devine

$$-p' = \rho_f(\dot{v} + 2av + b) \qquad (55)$$

în care

$$2a = \frac{C_1}{\rho_f}; \qquad b = \frac{C_2}{\rho_f} - g.$$

Modelul matematic al mişcării este reprezentat de sistemul celor două ecuaţii diferenţiale (53) şi (55), avînd trei necunoscute: $\rho_f(x, t)$, $v(x, t)$ şi $p(x, t)$. Prin urmare este necesară încă o ecuaţie care să stabilească o dependenţă între două din cele trei necunoscute. Această nouă ecuaţie va fi cea de stare şi va stabili o funcţie între masa specifică $\rho_f(x, t)$ şi presiune $p(x, t)$.

Ştiind, din cele prezentate anterior, că

$$dp = dp^e + dp^d = -E_f\varepsilon_v - k_f\dot{\varepsilon}_v$$

şi, din condiţia $\rho_f V$ = constant, deformaţia volumică devine

$$\varepsilon_v = \frac{dV}{V} = -\frac{d\rho_f}{\rho_f}$$

atunci

$$dp = E_f\frac{d\rho_f}{\rho_f} + k_f\left(\frac{d\rho_f}{\rho_f}\right)\cdot$$

Neglijînd disipările interne se obţine ecuaţia de stare (3) şi scriind relaţia faţă de o poziţie de repaus, notată cu indicele zero, obţinem

$$p - p_0 = E_f\frac{\rho_f - \rho_{f0}}{\rho_{f0}} \qquad (56)$$

Derivînd relaţia (56), termen cu termen, în raport cu timpul se obţine

$$\dot{p} = c_f^2\dot{\rho}_f,$$

în care $c_f^2 = E_f/\rho_{f0}$ reprezintă pătratul vitezei de propagare a deformaţiei elastice în fluidul de foraj.

Eliminînd derivata temporală a masei specifice între relaţia anterioară şi ecuaţia de continuitate (53) în care s-a acceptat $v\cdot\rho'_f = 0$, [3], obţinem

$$\dot{p} + \rho_f c_f^2 v' = 0 \qquad (57)$$

Pentru cazul micilor variaţii ale masei specifice se poate considera $\rho_f = \rho_{f0}$. Atunci sistemul ecuaţiilor (55) şi (57) devine

$$p' + \rho_{f0}(\dot{v} + 2av + b) = 0,$$
$$\dot{p} + \rho_{f0}c_f^2 v' = 0 \qquad (58)$$

În sistemul (58) derivînd, termen cu termen, prima ecuaţie în raport cu x şi a doua în raport cu t, apoi eliminînd derivatele parţiale ale vitezei între cele două ecuaţii obţinute, rezultă

$$c_f^2 p'' = \ddot{p} + 2a\dot{p}, \qquad (59)$$

Dacă în sistemul (58) vom deriva, termen cu termen, prima ecuaţie în raport cu t şi a doua în raport cu x, apoi, prin scădere, obţinem

$$c_f^2 v = \ddot{v} + 2a\dot{v} \qquad (60)$$

Condiţiile limită vor fi

$$p(0, t) = N_e(t)/A_s;$$
$$v(0, t) = \dot{S}(l, t); \qquad (61)$$
$$v(l_f, t) = 0$$

în care

$N_e(t)$ este efortul axial în capătul inferior al tubului echivalent ansamblului material tubular-fluid de foraj;
$\dot{S}(l, t)$ — viteza capătului respectiv;
l_f — înălţimea coloanei de fluid din sonda liberă.

Sistemul de ecuaţii, alcătuit sau din (59) sau din (60) şi condiţiile limită (61), reprezintă modelul matematic al mişcării vibratorii unidimensionale a particulelor de fluid de foraj, din sonda liberă, în cazul „pistonării pure".

Trebuie remarcat faptul că ecuaţiile mişcării unidimensionale a secţiunilor materialului tubular (25) şi particulelor fluidului de foraj din

sonda liberă (60) sînt formal asemănătoare, cu următoarele observaţii:

● neglijarea disipărilor interne din fluid (la deformaţii elastice) a condus la dispariţia termenului conţinînd derivata de ordinul al III-lea în ecuaţia (60);

● presupunerea că presiunea suplimentară, datorată frecării fluidului cu pereţii sondei, este proporţională cu viteza de deformare elastică, a condus la apariţia termenului $2av$ în aceeaşi ecuaţie.

(Continuare în nr. 6/1983)

Ecuaţii de stare în inginerla zăcămintelor de gaze (II)

Ing. **F. E. Oltean**, chim. **L. M. Henţe**, ing. **M. Petre** şi tehn. **F. Dumitrescu**

III. Aplicabilitatea ecuaţiilor de stare la calculul factorului de compresibilitate pentru un caz concret de gaz natural netipic

Întreg studiul de faţă a demarat practic în momentul în care s-a pus problema analizei probabilităţilor de exploatare şi valorificare a unui zăcămînt de gaze netipice, explorat prin foraje cu ani în urmă. Analiza cromatografică a gazelor a indicat 16,059% volum metan, 0,175% volum hidrocarburi superioare (în majoritate etan), 70,442% volum bioxid de carbon şi 13,324% volum azot. Deoarece atît redeschiderea sondelor de explorare pentru prelevarea de probe de gaz pentru măsurători directe P—V—T, cît şi prepararea unui amestec sintetic în acelaşi scop implicau cheltuieli substanţiale şi experimentări îndelungate, am încercat soluţionarea problemei evaluării abaterii de la idealitate a gazelor de acest tip prin calcul, cu ecuaţiile de stare enumerate. Studiul a comportat trei etape şi anume:

● compararea datelor experimentale (respectiv din diagramele NGAA) cu cele obţinute din ecuaţiile de stare pentru componenţii puri ai amestecului;

● compararea datelor experimentale [8; 9] cu cele obţinute din ecuaţii de stare pentru amestecuri binare;

● compararea rezultatelor obţinute prin cele două ecuaţii de stare luate în studiu (RK şi BWR) pentru amestecul considerat şi analiza aplicabilităţii acestor ecuaţii la calculul factorului de compresibilitate pentru gaze naturale netipice.

S-a luat în studiu intervalul de temperatură 250—411°K şi cel de presiuni 1—350 ata.

Din punct de vedere matematic, calculul unei valori Z pentru o pereche de valori $P—T$ include rezolvarea ecuaţiei (1′) în ρ_{id}, a unei ecuaţii (6′) sau (6), funcţie de ecuaţia de stare luată în considerare, în ρ_{es}^{i} şi efectuarea raportului (7). Etapa cea mai dificilă este rezolvarea ecuaţiei de stare (6′) sau (6) prin încercări.

Pentru operativitate am implementat algoritmul descris şi pe un microcalculator Texas Instruments 57, după schema logică prezentată în figura 1. În schema logică din figura 1 semnificaţia simbolurilor este cea detaliată anterior, în plus figurînd funcţia de convergenţă φ introdusă pentru scurtarea timpului de rulare şi gradul de precizie al rezultatului, ε, care poate fi ales între 0,01 şi 10^{-5}.

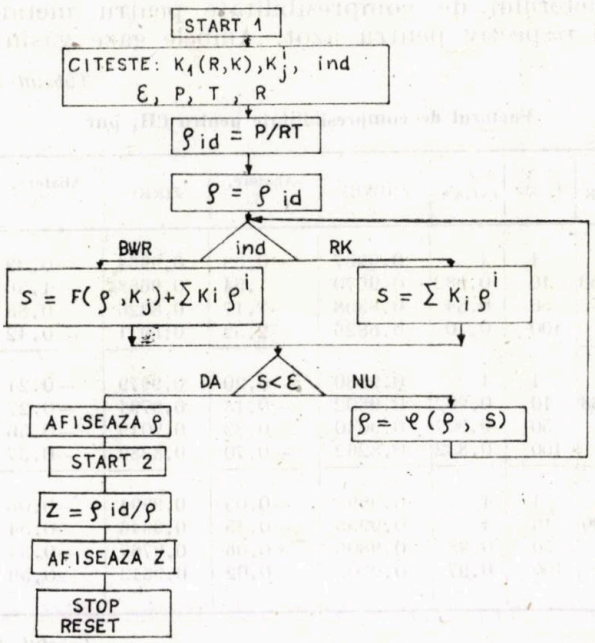


Fig. 1. Schema logică de calcul a factorului de compresibilitate din ecuaţii de stare cu un minicalculator TI—57

1. *Calculul factorului de compresibilitate din ecuaţii de stare pentru substanţe pure*

Tabelul 2 cuprinde rezultatele calculelor factorului de compresibilitate pentru bioxid de

Tabelul 2

Factorul de compresibilitate pentru CO_2 pur

T, °K	P, ata	Z (NGAA)	Z (BWR)	Abatere, %	Z(RK)	Abatere, %	Z(VW)	Abatere, %
	1	0,99	0,9906	+0,06	0,9913	+0,13		
	10	0,91	0,8998	−1,13	0,9087	−0,14		
250	20	0,81	0,7793	−3,86	0,7980	−1,49		
	30		0,6112		0,6376			
	40							
	1	1	0,9942	−0,58	0,9943	−0,57	0,9953	−0,47
	10	0,94	0,9403	+0,03	0,9406	+0,06	0,9516	+1,23
288	20	0,88	0,8765	−0,40	0,8752	−0,55	0,8984	+2,07
	40	0,74	0,7325	−1,02	0,7129	−3,73	0,7682	+3,74
	60	0,52	0,5712	+9,38			0,5177	−0,44
	1	1	0,9982	−0,18	0,9980	−0,20		
	10	0,98	0,9820	+0,20	0,9785	−0,15		
400	40	0,93	0,9313	+0,14	0,9135	−1,79		
	100	0,82	0,8619	+4,98	0,7867	−5,15		

carbon în domeniul de valori $P-T$ considerat inițial.

Se observă că ecuația Van der Waals prezintă abaterile cele mai însemnate față de datele experimentale, motiv pentru care nu va mai fi utilizată în continuare. Se observă, de asemenea, o dispersie a valorilor Z în apropierea curbei de saturație. În această regiune valori acceptabile se obțin cu ecuația Redlich-Kwong la temperaturi scăzute (250—270°K) și cu ecuația BWR în restul domeniului de temperaturi (270—400°K) și presiuni moderate (sub 60 ata).

Tabelele 3 și 4 cuprind rezultatele calculului factorului de compresibilitate pentru metan și respectiv pentru azot. Ambele gaze găsin-

Tabelul 3

Factorul de compresibilitate pentru CH_4 pur

T, °K	P, ata	Z (NGAA)	Z(BWR)	Abatere, %	Z(RK)	Abatere, %
250	1	1	0,9967	−0,33	0,9968	−0,32
	10	0,982	0,9670	−1,54	0,9668	−1,56
	50	0,84	0,8308	−1,17	0,8326	−0,88
	100	0,70	0,6826	−2,52	0,6971	−0,42
288	1	1	0,9980	−0,20	0,9979	−0,21
	10	0,982	0,9802	−0,18	0,9794	−0,27
	50	0,907	0,9040	−0,33	0,9019	−0,56
	100	0,832	0,8262	−0,70	0,8289	−0,37
400	1	1	0,9995	−0,05	0,9994	−0,06
	10	1	0,9955	−0,45	0,9946	−0,54
	50	0,98	0,9806	+0,06	0,9767	−0,34
	100	0,97	0,9702	−0,02	0,9643	−0,59

Tabelul 4

Factorul de compresibilitate pentru N_2 pur

T, °K	P, ata	Z(ITG Chicago) *	Z(BWR)	Abatere %	Z(RK)	Abatere %
250	1	1	0,9992	−0,08	0,9990	−0,10
	10	0,99	0,9921	+0,21	0,9904	+0,04
	50	0,968	0,9680	0	0,9605	−0,78
	100	0,955	0,9577	+0,28	0,9460	−0,95

* Bloower, O. T., Rao, K. N. *Thermodynamic properties of nitrogen*, Institute of Gas Technology, Research Bul. **18**, Chicago, 1952

du-se în domeniul $P-T$ studiat deasupra domeniului critic, rezultatele obținute cu ambele ecuații de stare prezintă o bună concordanță cu datele experimentale.

2. *Calculul factorului de compresibilitate din ecuații de stare pentru amestecuri binare*

Într-o primă etapă s-au comparat valorile Z calculate din ecuațiile de stare Redlich-Kwong și Benedict, Webb și Rubin cu valorile experimentale raportate de [9] pentru două amestecuri sintetice metan-bioxid de carbon, primul conținînd 60,56% volum CO_2, iar al doilea 84,723% volum CO_2.

Coeficienții ecuațiilor de stare au fost calculați cu relațiile (10) și (10'), în rest metodologia de calcul fiind identică cu cea descrisă la punctul 2.

Rezultatele calculului factorului de compresibilitate pentru cele două amestecuri sintetice metan-bioxid de carbon sînt prezentate în tabelele 5 și 6.

Tabelul 5

Factorul de compresibilitate pentru amestecul 1 CH_4-CO_2 (60,56% volum CO_2)

T, °K	P, ata	Zexp.	Z(BWR)	Abatere, %	Z(RK)	Abatere, %
310,78	13,61	0,9685	0,9573	−1,16	0,9527	−1,64
	40,82	0,9063	0,8716	−3,90	0,8524	−6,13
	68,03	0,8451	0,7908	−6,64	0,7435	−12,79
	102,04	0,7738	0,7172	−7,59	0,6086	−23,90
	136,05	0,7243	0,6924	−4,50	0,5416	−28,86
	204,08	0,7103	0,7351	+3,43	0,5852	−19,31
	340,14	0,8584	0,9256	+7,53	0,7783	−9,79
410,78	13,61	0,9901	0,9859	−0,43	0,9813	−0,89
	40,82	0,9713	0,9597	−1,20	0,9455	−2,69
	68,03	0,9545	0,9388	−1,66	0,9124	−4,51
	102,04	0,9379	0,9211	−1,81	0,8766	−6,76
	136,05	0,9267	0,9135	−1,43	0,8493	−8,72
	204,08	0,9226	0,9273	+0,51	0,8259	−11,06
	340,14	0,9788	1,0271	+4,82	0,8823	−10,37

Tabelul 6

Factorul de compresibilitate pentru amestecul 2 CO_2-CH_4 (84,723% volum CO_2)

T, °K	P, ata	Z exp	Z(BWR)	Abatere, %	Z(RK)	Abatere, %
310,78	13,61	0,9760	0,9452	−3,14	0,9419	−3,56
	40,82	0,9296	0,8334	−10,91	0,8118	−13,53
	68,03	0,8869	0,7242	−20,20	0,6488	−31,01
	102,04	0,8428	0,6396	−27,42	0,4119	−68,69
	136,05	0,8131	0,6336	−24,82	0,4096	−66,00
	204,08	0,8081	0,7071	−13,31	0,5076	−45,68
	340,14	0,9363	0,9128	−2,54	0,7243	−25,53
410,78	13,61	0,9931	0,9810	−1,23	0,9763	−1,71
	40,82	0,9805	0,9467	−3,51	0,9298	−5,31
	68,03	0,9699	0,9185	−5,44	0,8849	−9,17
	102,04	0,9608	0,8947	−7,12	0,8339	−14,14
	136,05	0,9572	0,8850	−7,84	0,7926	−18,81
	204,08	0,9650	0,9038	−6,55	0,7537	−24,59
	340,14	1,0337	1,0216	−1,18	0,8169	−23,43

Se remarcă faptul că valorile Z obținute din ecuațiile de stare sînt, în general, inferioare celor experimentale și că erorile sînt cu atît mai apreciabile cu cît temperatura este mai scăzută și conținutul de bioxid de carbon în amestec mai mare. Valorile factorului de compresibilitate obținute din ecuația de stare Benedict-Webb-Rubin prezintă o concordanță mai bună decît cele obținute din ecuația Redlich-Kwong.

Figurile 2 și 3 prezintă corelațiile grafice $Z-P-T$ pentru amestecurile sintetice metan-bioxid de carbon luate în considerare.

În continuare am comparat valorile factorului de compresibilitate determinate experimental pentru două gaze naturale azotoase dintr-un zăcămînt din Texas [8] cu valorile rezultate

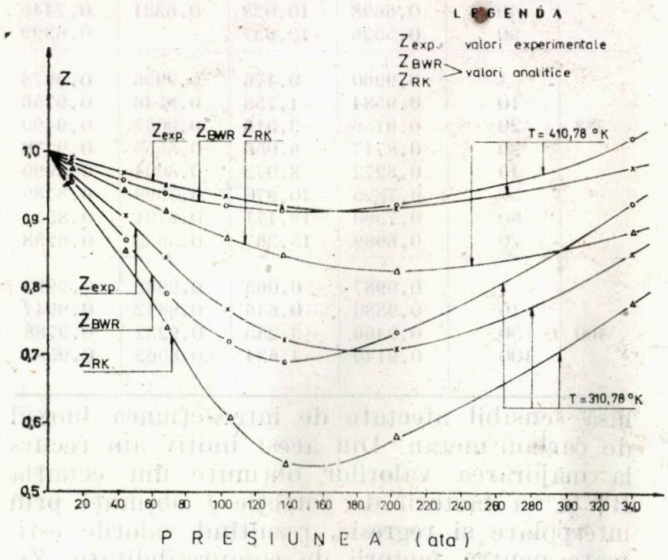


Fig.2. Valori experimentale și calculate din ecuații de stare pentru factorul de compresibilitate Z al amestecului metan și 60,56% CO_2

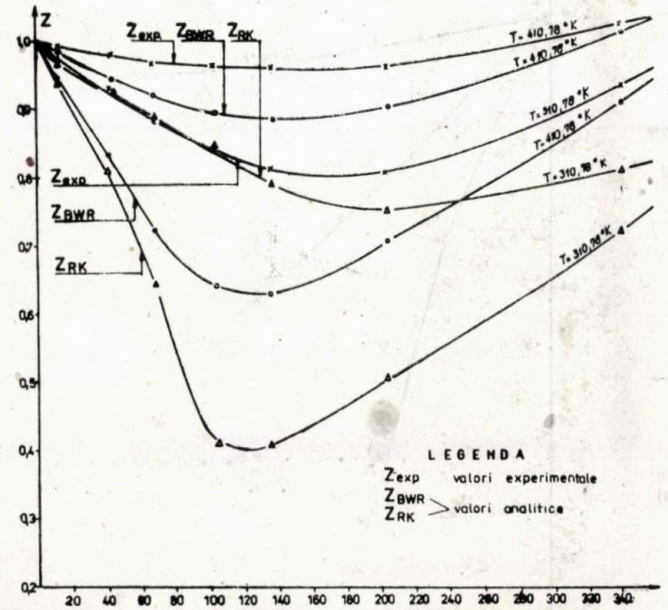


Fig. 3. Valori experimentale și calculate din ecuații de stare pentru factorul de compresibilitate Z al amestecului sintetic metan și 84,723% CO_2

din calcul cu ecuațiile de stare BWR și Redlich-Kwong. Compoziția celor două gaze azotoase este redată în tabelul 7, iar rezultatele calculului factorului de compresibilitate sînt detaliate în tabelele 8 și 9.

Tabelul 7

Compoziția gazelor azotoase asupra cărora s-au efectuat experiențe și calcule de compresibilitate, în % volum

Component	N_2	CH_4	C_2H_6	C_3H_8	iC_4H_{10}	nC_4H_{10}	C_5 +
Gaz I	8,55	80,77	5,98	2,97	0,70	0,53	0,50
Gaz II	18,84	71,69	5,30	2,63	0,62	0,47	0,45

Tabelul 8

Factorul de compresibilitate pentru gazul natural I

T, °K	P, ata	Z exp	Z(BWR)	Abatere, %	Z(RK)	Abatere, %
273	95,24	0,7270	0,7200	−0,97	0,6291	−14,44
	136,05	0,6797	0,6735	−0,92	0,5925	−13,71
	204,08	0,7258	0,7333	+1,03	0,6732	−7,52
	340,14	0,9443	1,0017	+5,90	0,9061	−4,13
410,78	95,24	0,9640	0,9632	−0,08	0,9333	−3,24
	136,05	0,9612	0,9603	−0,09	0,9212	−4,25
	204,08	0,9733	0,9733	0	0,9250	−5,09
	340,14	1,0547	1,0553	0,06	1,0003	−5,29

Tabelul 9

Factorul de compresibilitate pentru gazul natural II

T, °K	P, ata	Zexp	Z(BWR)	Abatere, %	Z(RK)	Abatere, %
273	95,24	0,7747	0,7631	−1,51	0,6799	−13,03
	136,05	0,7343	0,7225	−1,62	0,6372	−14,16
	204,08	0,7720	0,7645	−0,98	0,7003	−9,74
	340,14	0,9736	1,0084	+3,51	0,9196	−5,70
410,78	95,24					
	136,05	0,9761	0,9744	−0,17	0,9349	−4,31
	204,08	0,9928	0,9913	−0,15	0,9414	−5,31
	340,14	1,0754	1,0735	−0,18	1,0149	−5,79

Comparativ cu amestecurile binare metan-bioxid de carbon, în cazul gazelor naturale azotoase, estimarea factorului de compresibilitate din ecuațiile de stare luate în studiu duce la rezultate sensibil mai apropiate de datele experimentale. Ecuația BWR prezintă abaterile cele mai mici față de datele experimentale, sub 2% pentru temperaturi sub 288°K și presiuni sub 300 at și sub 0,2% pentru temperaturi peste 400°K și presiuni sub 400 at, indiferent de concentrația azotului în gazul natural studiat.

Figurile 4 și 5 prezintă corelațiile grafice $Z-P-T$ pentru gazele azotoase considerate.

3. *Estimarea factorului de compresibilitate pentru gazul natural netipic*

Valorile factorului de compresibilitate pentru gazul natural netipic, a cărui compoziție a fost prezentată la începutul paragrafului 2, calculate din ecuațiile de stare BWR și Redlich-Kwong sînt prezentate în tabelul 10.

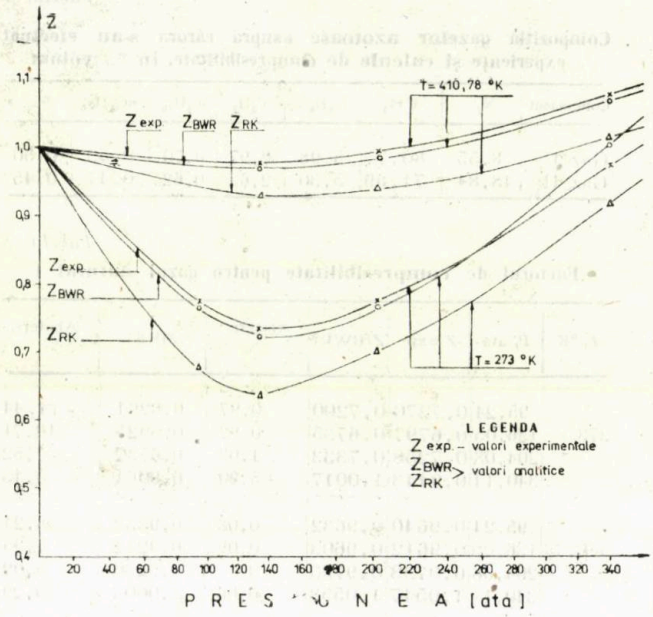


Fig. 4. Valori experimentale şi calculate din ecuaţii de stare pentru factorul de compresibilitate Z al gazului natural azotos II

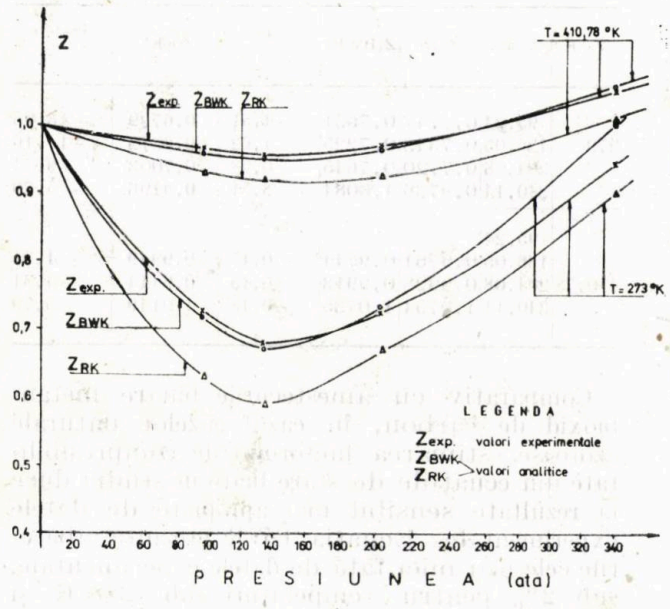


Fig. 5. Valori experimentale şi calculate din ecuaţii de stare pentru factorul de compresibilitate al gazului natural azotos I

Ţinînd cont că valorile Z obţinute din ecuaţia de stare Redlich-Kwong în etapele anterioare ale studiului sînt sistematic afectate de o substanţială marjă de eroare pentru amestecuri, binare, şi observînd din tabelul 10 că şi pentru gazul natural netipic din ecuaţia Redlich-Kwong rezultă valori mai mici, acestea au fost considerate improprii. Valorile factorului de compresibilitate obţinute din ecuaţia BWR prezintă o concordanţă superioară cu datele experimentale pentru amestecuri binare, fiind

Tabelul 10

Factorul de compresibilitate pentru gazul natural netipic

T, °K	P, ata	Z(BWR)	f, %	Z(RK)	Ze
250	1	0,9933	−0,219	0,9933	0,9955
	10	0,9306	−2,185	0,9301	0,9514
	20	0,8544	−4,371	0,8513	0,8935
	30	0,7689	−7,528	0,7581	0,8315
	40	0,6698	−10,038	0,6331	0,7445
	50	0,5526	−13,637		0,6399
288	1	0,9960	−0,176	0,9956	0,9978
	10	0,9584	−1,758	0,9546	0,9756
	20	0,9156	−3,516	0,9067	0,9490
	30	0,8717	−6,056	0,8555	0,9279
	40	0,8272	−8,072	0,8004	0,8999
	50	0,7825	−10,970	0,7399	0,8789
	60	0,7390	−13,171	0,6721	0,8511
	70	0,6989	−15,367	0,5935	0,8258
400	1	0,9987	−0,065	0,9983	0,9993
	10	0,9880	−0,646	0,9842	0,9944
	50	0,9466	−3,285	0,9232	0,9788
	100	0,9140	−4,634	0,8563	0,9584

însă sensibil afectate de interacţiunea bioxid de carbon-metan. Din acest motiv am recurs la majorarea valorilor obţinute din ecuaţia BWR cu factorii de corecţie f obţinuţi prin interpolare şi regresie, rezultînd valorile estimate pentru factorii de compresibilitate, Ze, limita de eroare fiind de $\pm 5\%$.

Figura 6 prezintă corelaţia grafică Z—P—T pentru gazul natural netipic supus studiului,

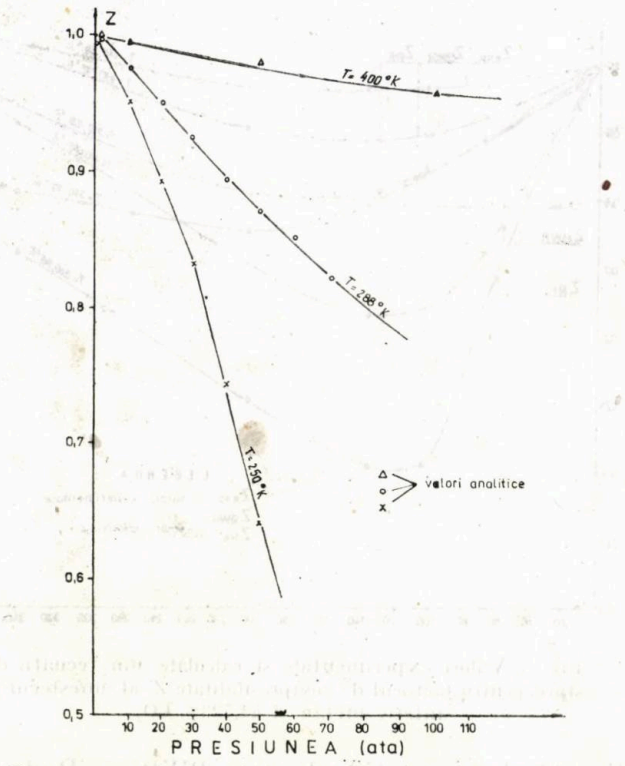


Fig. 6. Factorul de compresibilitate estimat din ecuaţii de stare pentru gatul natural netipic studiat

extrem de utilă pentru estimarea preliminară a rezervelor zăcămîntului prin metodele clasice de calcul.

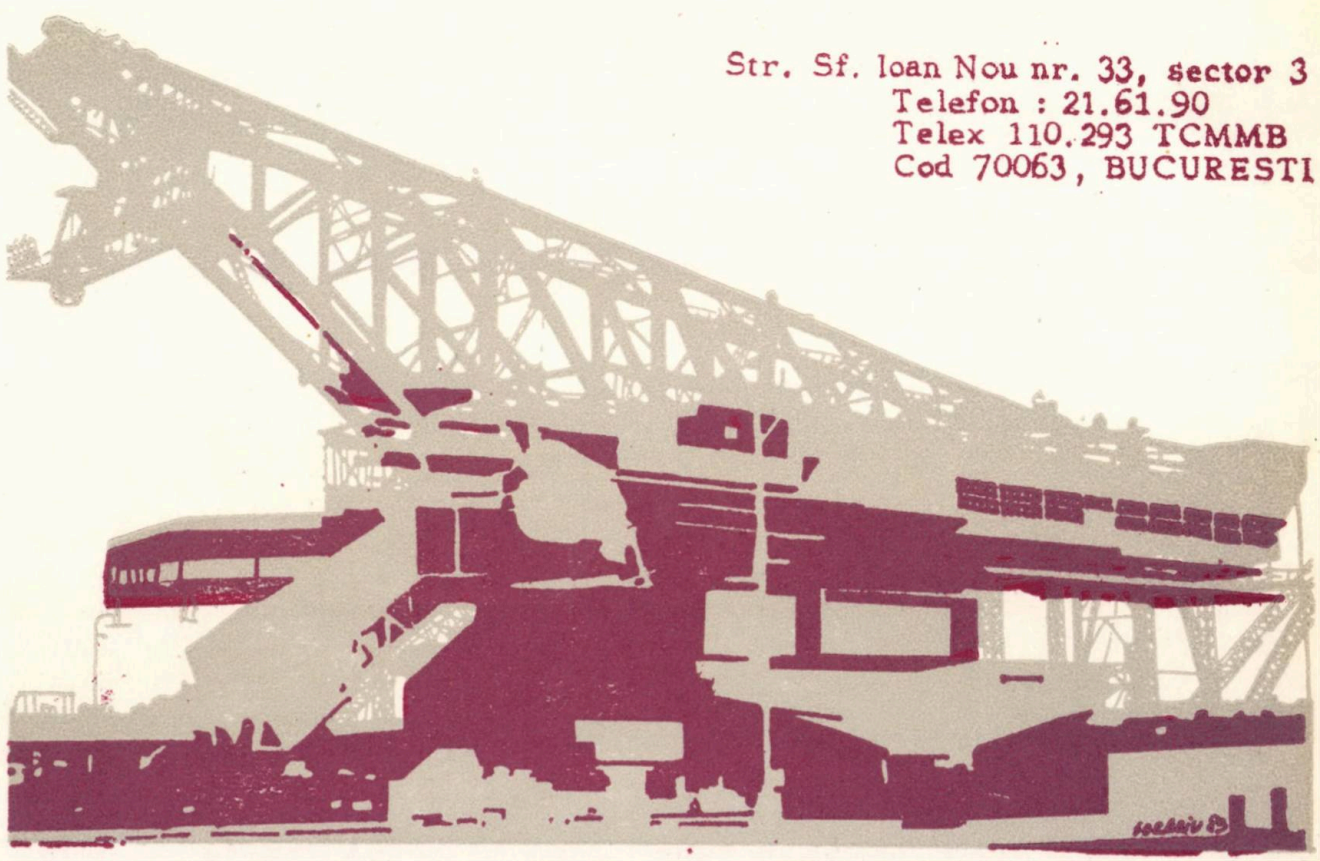
(Continuare în nr. 6/1983)

MINISTERUL MINELOR

TRUSTUL DE CONSTRUCȚII ȘI MONTAJE MINIERE

EXECUTĂ PENTRU INDUSTRIA MINIERĂ LUCRĂRI "LA CHEIE": UZINE DE PREPARARE A MINEREURILOR NEFEROASE ȘI NEMETALIFERE; UZINE PENTRU SPĂLAREA ȘI BRICHETAREA CĂRBUNILOR; MONTAJE DE INSTALATII COMPLEXE DE EXCAVARE, TRANSPORT ȘI HALDARE; INSTALAȚII DE EXCTRACȚIE.

ESTE UNITATE AUTORIZATĂ PENTRU MONTAJUL INSTALAȚIILOR DE TRANSPORT PE CABLU PENTRU MĂRFURI ȘI PERSOANE.

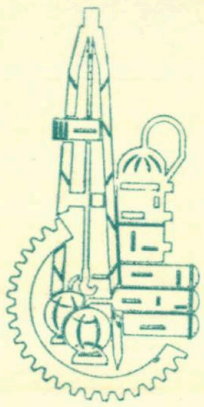


Str. Sf. Ioan Nou nr. 33, sector 3
Telefon : 21.61.90
Telex 110.293 TCMMB
Cod 70063, BUCUREȘTI

INSTITUTUL DE PETROL SI GAZE

Bd. Bucureşti nr. 39 P.O. Box 10
Tel. 42279
2000 Ploieşti

ROMANIA



PETROLEUM AND GAS INSTITUTE

pregăteşte ingineri şi subingineri în profilele petrol, chimie şi mecanic prin următoarele facultăţi:

is training engineers in petroleum, chemistry and mechanical fields by the following faculties:

- FACULTATEA DE FORAJUL SONDELOR ŞI EXPLOATAREA ZACAMINTELOR DE PETROL ŞI GAZE

  Secţia: ingineri zi - cinci ani
  ingineri seral - şase ani
  subingineri seral - patru ani

- FACULTATEA DE TEHNOLOGIA ŞI CHIMIZAREA PETROLULUI ŞI GAZELOR

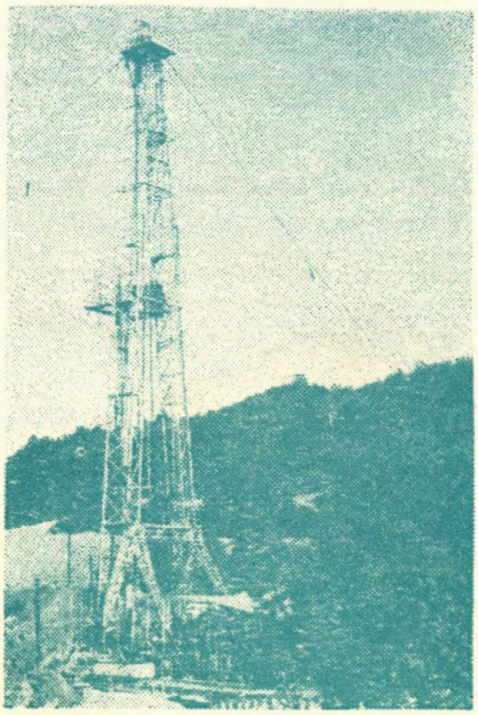
  Secţia: ingineri zi - cinci ani
  ingineri seral - şase ani
  subingineri seral - patru ani

- FACULTATEA DE UTILAJ TEHNOLOGIC

  Secţia: ingineri zi - cinci ani
  ingineri seral - şase ani
  subingineri seral - patru ani

- FACULTY OF PETROLEUM AND GASES DRILLING AND PRODUCTION
- FACULTY OF PETROLEUM REFINING AND PETROCHEMICAL ENGINEERING
- FACULTY OF TECHNOLOGICAL EQUIPMENT

1987 JUL 13



Institutul de petrol şi gaze acordă titlul de subinginer, inginer şi doctor inginer.

I.P.G. specializează ingineri din ţară şi de peste hotare în domeniile: Inginerie de zăcământ; Extracţia petrolului; Construcţia şi exploatarea utilajului petrolier de rafinării şi petrochimie; Construcţia şi exploatarea utilajului petrolier pentru foraj şi extracţie; Ingineria proceselor petroliere şi petrochimice.

Institutul acordă prin personalul didactic asistenţă tehnică de specialitate unităţilor industriale, de cercetare şi de învăţământ superior.

Petroleum and Gas Institute awards the title of engineer and the doctorate degree.

The Institute organizes and provides the following post graduate university courses and specialization: Petroleum reservoir engineering; Petroleum production and recovery; Equipment for refineries and petrochemical plants; Equipment for drilling and production; Engineering of petroleum and petrochemical processes.

The institute grants technical assistance to industrial units, research centers and higher education institutes.

E 1445

04

MINE
PETROL
GAZE

BUCUREȘTI - ROMÂNIA * Vol. 34, mai 1983

5

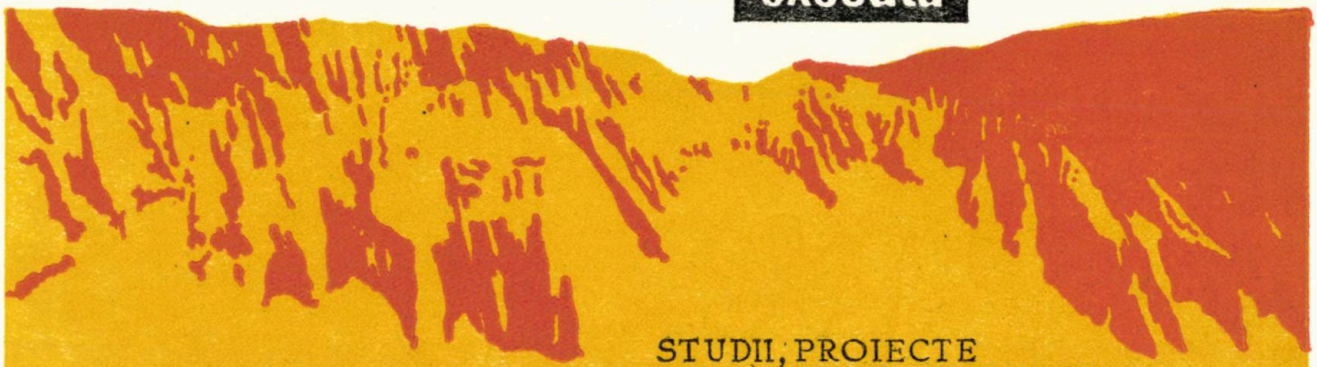
MINISTERUL MINELOR

ICPMSN CLUJ-NAPOCA

INSTITUTUL DE CERCETARI SI PROIECTARI MINIERE PENTRU SUBSTANTE NEMETALIFERE

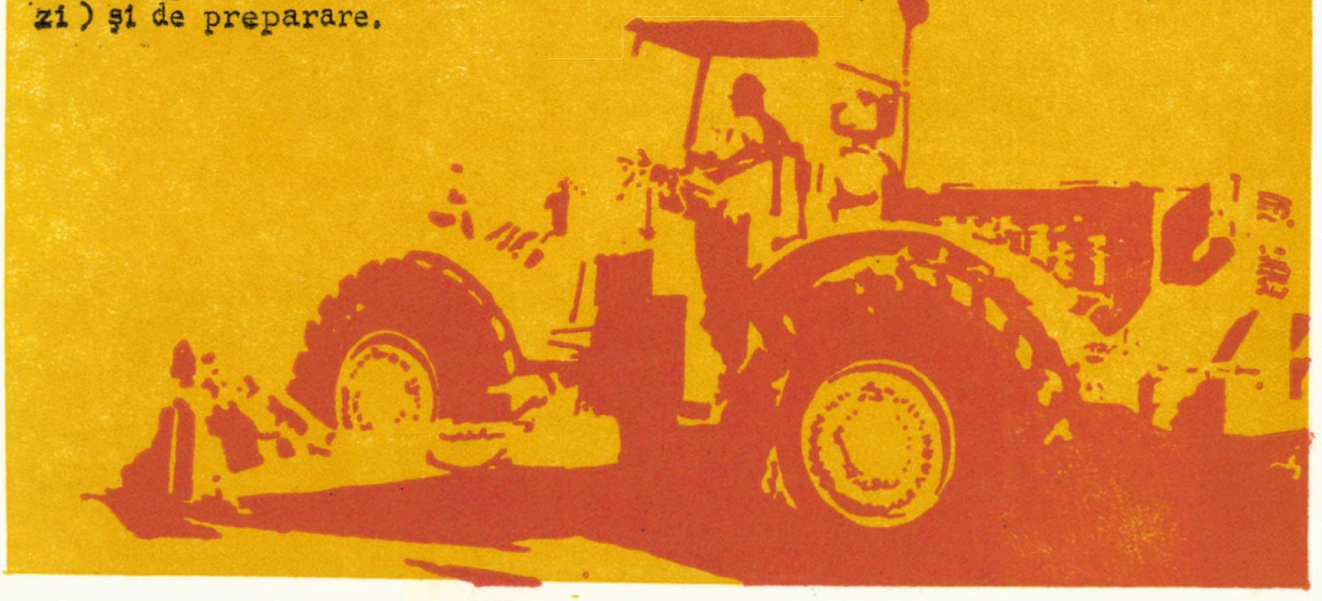
I.C.P.M.S.N., CLUJ - NAPOCA, str. Tudor Vladimirescu 15 - 17

execută



STUDII, PROIECTE
ŞI DOCUMENTAŢII TEHNICO-ECONOMICE PENTRU VALORIFICAREA SUBSTANTELOR NEMETALIFERE DIN ÎNTREAGA ŢARĂ, CUPRINZIND:

● metode de exploatare ● săparea şi susţinerea lucrărilor miniere ● perforări şi împuşcări în lucrări la zi şi în subteran ● mecanizarea şi automatizarea lucrărilor miniere şi a fluxurilor de preparare ● aeraj minier ● profilaxie tehnico-medicală ● prepararea mecanică şi chimică a substanţelor nemetalifere în fază laborator, pilot şi semiindustrială ● epurare chimică a apelor de mină şi reziduale de la uzinele de preparare ● proprietăţi fizico-mecanice ale rocilor şi cercetări geotehnice ● măsurători topografice ● urmărirea stabilităţii masivelor miniere ● analize mineralogice şi petrografice ● analize chimice şi fizice prin metode spectrale, polarografice, fotometrice, röntgen difractometrice ● sinteza unor reactivi de preparare ● prototipuri de aparate şi utilaje specifice exploatării şi preparării substanţelor nemetalifere ● microproducţie de noi sorturi de substanţe nemetalifere ● asistenţă tehnică privind modernizarea fluxurilor de exploatare (subteran şi la zi) şi de preparare.



MINE, PETROL ŞI GAZE

ORGAN AL MINISTERULUI MINELOR ŞI MINISTERULUI PETROLULUI

ANUL XXXIV

Nr. 5 1983

CUPRINS

Pavelescu, L., Cosma, R., Arambaşa, C., Niculescu, V. **Contribuţii la studiul geologiei şi perspectivei mineralizaţiilor de fier din partea sud-estică a masivului Poiana Ruscă** 215

Catilina, R., Crăciun, Şt., Pascu, M. **Folosirea trasorilor radioactivi în cercetările hidrogeologice din zona zăcămintelor de minereuri Crucea—Leşul Ursului** . . 218

Gâf-Deac, I., Blaj, Al. **Procedeu mecanizat de neutralizare a prafului de cărbune cu aparate pentru ştiştificarea lucrărilor miniere pe principiul depresiunii** 228

Constantinescu, I., Sârbu, R. **Studiul mişcării granulelor de substanţe minerale utile pe ciururi vibrante cu rezonanţă aplicînd legea fundamentală a dinamicii mişcării relative a punctului material** 230

Mitran, I. **Optimizarea multicriterială cu aplicaţii în industria minieră** 235

Pavel, A., Săndulescu, D. **Răcirea probabilă a recipientului cisternelor de cale ferată pentru gaze petroliere lichefiate** 239

Iordache, G. **Posibilităţi de reducere a consumului de metal la tubarea coloanelor cu diametre mari** 244

Popescu, F. ş. a. **Stabilizarea rocilor argiloase cu fluide de foraj pe bază de ioni de potasiu (I)** 247

Truică, V., Holdiş, G. **Evacuarea lichidelor acumulate în sondele de gaze naturale** 250

Gheorghiţoiu, M., Dincă Ana **Probleme care impun luarea unor măsuri eficiente de prevenire a blocării stratului productiv la deschiderea lui prin foraj şi la operaţiile de punere în producţie pe structura X din Bazinul Panonian** 257

COLEGIUL DE REDACŢIE

Ing. VASILE SCRIPĂŢ, *preşedinte;* **dr. ing. GHEORGHE ALDEA; ing. ŞTEFAN BENEA; dr. geol. IOSIF BERCIA; ing. TEODOR BORU; dr. ing GHEORGHE DONŢOV DANU; ing. VIRGIL FĂTU; dr. ing. IANCU GEANGĂLĂ; dr. ing. FLOREA NEAGU; ing. NICOLAE PANTILIE; ELENA VRÂNCEANU,** *redactor.*

REZUMATE

C.Z. 550.8 : 553.31 : 65.012.23

P a v e l e s c u, L. ş.a. *Contribuţii la studiul geologiei şi perspectivei mineralizaţiilor de fier din partea sud-estică a masivului Poiana Ruscă*

Pe baza rezultatelor cercetărilor geologice şi geofizice complexe din partea de sud-est a masivului Poiana Ruscă, au fost evidenţiate lentile cu un conţinut ridicat de fier în perimetrele : Valea Stîrminosul, Valea Fierului şi Băuţar. Autorii propun efectuarea unor prospecţiuni geologice detaliate pentru conturarea mineralizaţiilor de titan şi executarea unor foraje în apexurile anomaliilor magnetice evidenţiate.

C.Z. 551.49 : 553.1

C a t i l i n a, R., C r ă c i u n, Ş t., P a s c u, M. *Folosirea trasorilor radioactivi în cercetările hidrogeologice din zona zăcămintelor de minereuri Crucea—Leşul Ursului*

Se prezintă cercetările efectuate utilizînd trasori radioactivi pentru determinarea pierderilor de debit prin metode nucleare pentru verificarea legăturilor hidraulice între apele de suprafaţă şi cele subterane, precum şi pentru determinarea unor parametri de curgere a apelor subterane.

C.Z. 622.807.24 : 65.011.54

G â f - D e a c, I., B l a j, A l. *Procedeu mecanizat de neutralizare a prafului de cărbune cu aparate pentru ştiştificarea lucrărilor miniere pe principiul depresiunii*

Sînt redate căile prin care se realizează neutralizarea prafului de cărbune (manual şi mecanizat) şi este descris aparatul românesc UNTEA care efectuează ştiştificarea mecanizată cu praf inert, bazîndu-se pe principiul depresiunii realizată cu ejectoare COANDĂ.

C.Z. 553.1 : 622.742

C o n s t a n t i n e s c u, I., S â r b u, R. *Studiul mişcării granulelor de substanţe minerale utile pe ciururi vibrante cu rezonanţă aplicînd legea fundamentală a dinamicii mişcării relative a punctului material*

În lucrare se stabileşte regimul de mişcare a stratului de amestec de pe ciururile vibrante plane cu rezonanţă, recurgîndu-se la un model matematic simplificat al unei granule ce se mişcă pe sită.

C.Z. 681.14 : 65.012.1 : 622.01

M i t r a n, I. *Optimizarea multicriterială cu aplicaţii în industria minieră*

Autorul prezintă cîteva direcţii moderne de abordare a problemelor de optimizare multicriterială; în ultima parte sînt rezolvate probleme concrete cu ajutorul metodei utilităţii globale.

C.Z. 622.692.234 : 665.5

P a v e l, A., S ă n d u l e s c u, D. *Răcirea probabilă a recipientului cisternelor de cale ferată pentru gaze petroliere lichefiate*

Pentru evaluarea cantitativă, prin calcul, a celei mai joase răciri probabile a peretelui metalic al recipientelor cisternelor de cale ferată pentru gaze lichefiate, autorul analizează cele trei ipoteze pe care aceasta se bazează : ipoteza detentei (laminării) izentalpice, ipoteza detentei (destinderii) adiabatice şi ipoteza vaporizării adiabatice a lichidului (gazului lichefiat) în condiţii de saturaţie.

C.Z. 622.241.5 : 622.245 : 622.831

I o r d a c h e, G. *Posibilităţi de reducere a consumului de metal la tubarea coloanelor cu diametre mari*

Se prezintă o nouă bază de calcul a presiunii maxime care determină profilul coloanelor cu diametre mari, luînd în considerare presiunea diferenţială şi echiparea coloanelor cu dispozitive de depresurizare după întărirea cimentului.

C.Z. 622.243.14 : 552.52

P o p e s c u, F. ş. a. *Stabilizarea rocilor argiloase cu fluide de foraj pe bază de ioni de potasiu (I)*

Autorii prezintă principalele rezultate ale lucrărilor de laborator şi şantier obţinute în cadrul Institutului de cercetări şi proiectări pentru petrol şi gaze din Cîmpina, prin utilizarea fluidului de foraj inhibitiv pe bază de polimeri şi ioni de potasiu tip INHIB—KCl în procesul de săpare a sondelor ce traversează roci argiloase sensibile la apă.

C.Z. 622.24 : 622.323

T r u i c ă, V., H o l d i ş, G. *Evacuarea lichidelor acumulate în sondele de gaze naturale*

Cercetările efectuate în cadrul Institutului de cercetări şi proiectări pentru petrol şi gaze din Cîmpina au stabilit că evacuarea lichidelor acumulate în sondele de gaze naturale poate fi uşurată prin utilizarea agenţilor de spumare, fără a fi necesare alte surse externe de energie. Procedeul, elaborat şi brevetat, constă în ridicarea la suprafaţă a lichidului acumulat, sub formă de coloană de spumă, de către gazele de sondă. Ca agenţi de spumare au fost testaţi, în diferite condiţii de presiune, temperatură şi pentru diverse fluide, agenţi activi de suprafaţă de tip anionic, cationic sau neionic.

C.Z. 622.323 : 622.24

G h e o r g h i ţ o i u, M., D i n c ă A n a *Probleme care impun luarea unor măsuri eficiente de prevenire a blocării stratului productiv la deschiderea lui prin foraj şi la operaţiile de punere în producţie pe structura X din Bazinul Panonian.*

CONTENTS

C.Z. 550.8 : 553.31 : 65.012.23

P a v e l e s c u, L. e t a l. *Contributions to the study of iron mineralization geology and prospective in the south-eastern side of the Poiana Ruscă massif*

Based on the results of complex geological and geophysical investigations in the south-eastern side of the Poiana Ruscă massif, lens with high iron content were identified in the areas: Stîrminosul Valley, Fierul Valley and Băuţar. The authors propose detalied geological surveys in order to outline titanium mineralizations and drillings in the apices of the revealed magnetic anomalies.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 5, 1983

C.Z. 551.49 : 553.1

C a t i l i n a, R. e t a l. *Application of radioactive tracers in the hydrogeological investigations in the Crucea—Leşul Ursului ore deposits area*

The authors present the investigations performed by using radioactive tracers in order to determine the flow losses by means of the nuclear method for the verification of the hydraulic connections between the surface and the ground waters and for the determination of some flow parameters of the ground waters.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 5, 1983

C.Z. 622.807.24 : 65.011.54

G â f - D e a c, I., B l a j, A l. *Mechanized method of coal dust neutralization with instruments for the rock dusting of the mining workings based on the principle of depression*

Presented are the ways of coal dust neutralization (manual and mechanized) and the Romanian instrument UNTEA effecting the mechanized rock dusting with depression created by the COANDĂ ejector.

Mine, Petrol şi Gaze, vol 34, nr. 5, 1983

C.Z. 553.1 : 622.742

C o n s t a n t i n e s c u, I., S â r b u, R. *Study of the movemen of the mineral grains on resonance vibrating screens, applying the fundamental law of the relative movement dynamics of the material point*

The movement regime of the mixture layer on the resonance vibrating plane screens, by using a simplified mathematical model of a grain moving of the screen is presented in the paper.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 5, 1983

C.Z. 681.14 : 65.012.1 : 622.01

M i t r a n, I. *Multicriterial optimality with applications in the mining industry*

The author present some modern approaches of the problems of multicriterial optimization; in the last section concrete problems are solved by means of the global utility method.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 5, 1983

C.Z. 622.692.234 : 665.5

P a v e l, A., S ă n d u l e s c u, D. *The expected cooling of the railroad LPG tankers*

For the quantitative estimation, by calculation, of the lowest expected cooling of the metallic wall of the railroad LPG tankers, the author reviews the three assumptions on which it is based: the assumption of isenthalpical expansion (throtlling), the assumption of adiabatic expansion and the assumption of adiabatic vaporization of the liquid (liquefied gas) in conditions of saturation.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 5, 1983

C.Z. 622.241.5 : 622.245 : 622.831

I o r d a c h e, G. *Possibilities for the reduction of the metal consumption in large diametre casing strings*

A new calculation basis is presented for the maximum pressure which determines the profile of the large diametre strings, taking into consideration the differential pressure and the devices with which the string are equipped for depressurizing after cement setting.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 5, 1983

C.Z. 622.243.14 : 552.52

P o p e s c u F. e t a l. *Stabilization of clay rocks with a drilling fluid based on potassium ions (I)*

The authors present the main results of the laboratorium and field work obtained within the Research and Design Institute for Petroleum and Gas Cîmpina, by using an inhibitor drilling fluid type INHIB—KCl based on polimers and potassium ions, in the process of drilling wells through water sensitive clay rocks.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 5, 1983

C.Z. 622.24 : 622.323

T r u i c ă, V., H o l d i ş, G. *Drainage of liquids stored in natural gas wells*

The investigations effected within the Research and Design Institute for Petroleum and Gas Cîmpina established that drainage of the liquids stored in natural gas wells can be facilitated by using foaming agents, without other external energy sources being required. The process, developed and patented, consists of surface lifting of the stored liquid under the form of a foam column, by the well gases. As foaming agents several surface active agents of anionic, cationic or non-ionic type were tested in different pressure and temperature conditions and for different liquids.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 5, 1983

C.Z. 622.323 : 622.24

G h e o r g h i ţ o i u, M., D i n c ă Ana *Problems requiring efficient measures for preventing pay bed blocking at its opening through driling and during bringing-in work on X structure in the panonian basin*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 5, 1983

СОДЕРЖАНИЕ

C.Z. 550.8 :553.31 :65.012.23

Павелеску, Л. и др. *Вклад в изучении геологии и перспективы железной минерализации в юго-восточной части гор Пояна Рускэ*

В результате комплексных геологических и геофизических исследований юго-восточной зоны гор Пояна Рускэ были выявлены линзы с высоким содержанием железа, в полях Валя Стырминосул, Валя Фиерулуй и Бэуцар. Авторы предлагают проведение детальных поисковых работ в целях оконтуривания титановой минерализации и бурения в зонах с выявленными магнитными аномалиями.
Ключевые слова: железная минерализация, геологические исследования, горы Пояна Рускэ

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 5, 1983

C.Z. 551.49 : 553.1

Катилина, Р. и др. *Применение радиоактивных метчиков при гидрогеологическом исследовании зоны рудных месторождений Круча-Лешул Урсулуй*
Представленны исследования, проведенные с использованием радиоактивных метчиков для определения потери воды с помощью ядерных методов в целях проверки гидравлической связи, существующей между поверхностными и подземными водами, а также для определения параметров течения подземных вод.
Ключевые слова: поверхностные воды, подземные воды, параметры течения, радиоактивные метчики, рудные месторождения Лешул Урсулуй

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 5, 1983

C.Z. 622.807.24 : 65.011.54.

Гыф Деак, И., Блаж, Ал. *Механизированный способ нейтрализации угольной пыли аппаратами осланцевания горных выработок на принципе депрессии*
Описаны пути и ручные и механизированные способы нейтрализации угольной пыли, а также румынский аппарат УНТЕА для осланцевания инертной пылью, основанный на принципе депрессии с помощью эжекторов Коандэ ;
Ключевые слова: осланцевание горных выработок, аппарат УНТЕА, депрессия, эжекторы Коандэ.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 5, 1983

C.Z. 553. 1 : 622.742

Константинеску, И., Сырбу, Р. *Изучение движения зерен минеральных полезных ископаемых на резонансовых виброситах с применением основного закона динамики относительного движения материальной точки*
В работе установливается режим движения слоя смеси на плоских резонансовых виброситах, применив упрощенную математическую модель зерна, движущегося на сито.
Ключевые слова: резонансовые вибросита, движение зерен

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 5, 1983

C.Z. 681.14 : 65.012.1 : 622.01

Митран, И. *Многокритериальная оптимальность и ее применение в горной промышленности*
Автор представляет некоторые современные направления толкования вопросов многокритериальной оптимальности. В последней части работы решены конкретные вопросы с помощью метода общей полезности.
Ключевые слова: многокритериальная оптимальность, горная промышленность, метод общей полезности

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 5, 1983

C.Z. 622.692.234 : 665.5

Павел, А., Сэндулеску, Д. *Вероятное охлаждение ж. д. цистерны для сжиженных газов*
Для количественной оценки, расчетами вероятного наименьшего охлаждения металлической стенки ж.д. цистерн сжиженных газов, автор рассмотривает 3 гипотеза: изентальпического уточнения, адиабатического расширения и адиабатического испарения жидкости (сжиженного газа) в условиях насыщения.
Ключевые слова: минимальное охлаждение, ж.д. цистерна, изентальпическое уточнение, адиабатическое расширение, адиабатическое испарение, сжиженные газы.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 5, 1983

C.Z. 622.241.5 : 622.245 : 622.831

Иордаке, Г. *Возможности снижения расхода металла при установке колонн большого диаметра*
Представлена новая основа расчета максимального давления, определяющего профиль колонн большого диаметра с учетом дифференциального давления и оснащения колонн устройствами для понижения давления после затвердения цемента.
Ключевые слова: колонны большого диаметра, дифференциальное давление, устройство для понижения давления, максимальное давление, расход металла.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 5, 1983

C.Z. 622.243.14 : 552.52

Попеску, Ф. и др. *Затвердение глинистых пород буровыми растворами на основе йонэв калия (I)*
Авторы представляют основные результаты лабораторных и полевых исследований, полученных в Научно-исследовательском и проектном институте нефти и газа г. Кымпина, при применении ингибирующего полимерного бурового раствора и йонов калия типа INHIB-KCl в процессе бурения скважин через глинистые водопроницаемые породы.
Ключевые слова: затвердение глинистых пород, буровые растворы.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 5, 1983

C.Z. 622.24 : 622.323

Труйкэ, В., Холдиш, Г. *Откачка жидкости накопленной в скважинах природных газов*
Исследованиями, проведенными в Научно-исследовательском и проектном институте нефти и газа г. Кымпина, было установлено, что откачка жидкости, накопленной в скважинах природных газов может быть улучшена путем применения вспенивателей без каких либо внешних источников энергии. Разработанный способ заключается в подъеме на поверхность

накопленной жидкости в виде пенной колонны газами. В качестве вспенивателей были испытаны, при различных давлениях, температурах и для различных жидкостей ПАВ (поверхностные активные вещества) анионного, катионного и нейонного типов.

Ключевые слова: откачка жидкости, газовые скважины, вспениватели

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 5, 1983

C.Z. 622.323 : 622.24

Георгицою, М. и др. *Вопрос, требующие принятия эффективных предотвращающих мероприятий для закрытия продуктивного пласта при его вскрытии буровой скважиной, а также при её сдаче в производство на структуре X Паноннанского бассейна*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 5, 1983

SOMMAIRE

C.Z. 550.8 : 553.31 : 65.012.23

Pavelescu, L. et al. *Contributions à l'étude géologique et la perspective des minéralisations de fer de la partie sud-est du massif Poiana Ruscă*

Fondé sur les résultats des recherches géologiques et géophysiques complexes de la partie sud-est du massif Poiana Ruscă on met en évidence des lentilles avec une teneur élevée en fer dans les périmètres Valea Stîrminosul, Valea Fierului et Băuţar. Les auteurs proposent des prospections géologiques détaillées pour contourer les minéralisations de titan et des forages localisés dans les apex des anomalies magnétiques déterminées.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 5, 1983

C.Z. 551.49 : 553.1

Catilina, R., Crăciun, Şt. et Pascu M. *L'application des traçoirs radioactifs dans les recherches hydrogéologiques de la zone des gisements de minerai Crucea—Leşul Ursului*

Sont présentés les résultats des recherches accomplies à l'aide des traçoirs radioactifs pour la détermination des pertes de débit par des méthodes nucléaires pour la vérification des connexions hydrauliques entre les eaux de surface et celles en souterrain, ainsi que la détermination de quelques paramètres d'écoulement des eaux souterraines.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 5, 1983

C.Z. 622.807.24 : 65.011.54

Gâf-Deac, I. et Blaj, A. *Procédé mécanisé de neutralisation de la poussière de charbon avec des appareils de schistification des travaux miniers basé sur le principe de la dépression*

Sont présentées les voies parcourrues pour la réalisation de la neutralisation de la poussière de charbon (manuelle et mécanisée) et on décrit l'appareil roumain UNTEA qui exécute la schistification mécanisée avec poussière inerte et fonctionne sur le principe de la dépression avec des éjecteurs Coanda.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 5, 1983

C.Z. 553.1 : 622.742

Constantinescu, I., Sârbu, R. *L'etude des mouvements des grains de substances minérales utiles sur des cribles vibrants à résonance, en appliquant la loi fondamentale de la dynamique du mouvement rélatif du point matériel*

On établit le régime de mouvement de la couche de mélange sur des cribles vibrants planes à résonance, à l'aide d'un modèle mathématique simplifié d'un grain se mouvant sur le crible.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 5, 1983

C.Z. 681.14 : 65.012.1 : 622.01

Mitran, I. *L'optimalité multicritérielle avec applications dans l'industrie minière*

L'auteur présente plusieurs directions modernes d'aborder les problèmes d'optimisation multicritérielle ; dans la dernière partie sont résolus des problèmes concrètes à l'aide de la méthode de l'utilité globale.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 5, 1983

C.Z. 622.692.234 : 665.5

Pavel, A., Săndulescu, D. *Le refroidissement probable du récipient des citernes de voie ferrée pour les gaz pétroliers liquéfiés*

Pour l'estimation quantitative, par calcul, du refroidissement probable le plus bas de la parois métallique des récipients des citernes de voie ferrée pour les gaz liquéfiés, l'auteur fait analyse des trois hypothèses qui sont à sa base : l'hypothèse de la détente (lamination) izentalpique, l'hypothèse de la détente adiabatique et l'hypothèse de la vaporisation adiabatique du liquide (gaz liquéfié) en conditions de saturation.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 5, 1983

C.Z. 622.241.5 : 622.245 : 622.831

Iordache, G. *Possibilités de réduction de la consommation de métal dans le tubage des colonnes à grads diamètres*

On présente une nouvelle base de calcul de la pression maximale déterminant le profile des colonnes à grands diamètres, par la considération de la pression différencielle et l'équipement des colonnes à dispositifs de dépression après le durcissement du ciment.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 5, 1983

C.Z. 622.243.14 : 552.52

Popescu, F. et l. *La stabilisation des roches argileuses à fluides de forage à base de ions de potassium (I)*

Les auteurs présentent les principaux résultats des travaux de laboratoire et en chantier obtenus dans le cadre de l'Institut de recherches et de projections pour le pétrol et les gaz de

Cîmpina, par l'utilisation du fluide de forage inhibitif à base de polymères et ions de potassium type INHIB—KCl dans le processus de creuseument des sondes traversant les roches argileuses sensibles à l'eau.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 5, 1983

C.Z. 622.24 : 622.323

Truică, V., Holdiş, G. *L'évacuation des liquids accumulés dans les sondes de gaz naturels*

Les recherches effectuées dans le cadre de l'Institut de recherces et de projections pour le pétrol et les gaz de Cîmpina ont établi que l'évacuation des liquides accumulés dans les sondes de gaz naturels peut être facilitée par l'emploi des agents écumants sans d'autres sources externes d'énergie. Le procédé, élaboré et breveté, consiste dans l'entraînement du liquide à la surface, sous forme de colonne d'écume, par les gaz de sonde. En tant qu'agents écumants on a essayé, différentes conditions de pression, température et pour divers fluides, des agents actifs de surface de type anionique, cationique ou non-ionique.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 5, 1983

C.Z. 622.323 : 622.24

Gheorghiţoiu, M., Dincă Ana *Problèmes qui imposent des mesures efficaces pour prevenir le blocage de la couche productive à son ouverture par forage et aux opérations de mise en production sur la structure X du Bassin pannonien.*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 5, 1983

INHALT

C.Z. 550.8 : 553.31 : 65.012.23

Pavelescu, L. et al. *Beitragungen zum Studium der Geologie und der Perspektiven der Eisenmineralisation von der süd-westischen Seite des Poiana Ruscă Gebirges*

Auf Grund der auf der süd-westischen Seite des Poiana Ruscă Gebirges durchgeführten komplexen geologischen und geophysischen Untersuchungen, wurden hoch eisenhaltigen Linsen in den Gebieten Stîrminosul Tal, Fierul Tal und Băuţar entdeckt. Die Verfasser schlagen detaillierte geologischen Prospektionen für die Umfassung der Titanmineralisationen und Durchführung von Bohrungen in den Scheiteln der aufgewiesenen magnetischen Anomalien vor.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 5, 1983

C.Z. 551.49 : 553.1

Catilina, R. et al. *Anwendung der radioaktiven Tracer in den hydrogeologischen Untersuchungen in dem Crucea—Leşul Ursului Bereich von Erzlagerstätten*

Vorgestellt werden die mit Anwendung von radioaktiven Tracer durchgeführten Untersuchungen zur Feststellung der Flussmengenverlüsste durch die Nuklearmethode, zur Überprüfung der hydraulischen Verbindungen zwischen den Oberflächen- und Grundwassern, sowie die Bestimmung einiger Fliessparameter des Grundwassers.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 5, 1983

C.Z. 622.807.24 : 65.011.24

Gâf-Deac, I., Blaj, Al. *Mechanisiertes Neutralisationsverfahren des Kohlenstaubes mit Geräten für die Gesteinstäubung des Grubenbaus nach dem Prinzip der Depression*

Vorgestellt werden die Wege auf welchen die Neutralisation des Kohlenstaubes (manuell und mechanisch) erfolgt sowie das rumänische Gerät UNTEA welches die mechanisierte Gesteinstäubung mit Inertstaub nach dem Prinzip der mit Hilfe des Ejektors Coanda erreichten Depression durchführt.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 5, 1983

C.Z. 553.1 : 622.742

Constantinescu, I., Sârbu, R. *Studium der Bewegung der Mineralkörnchen auf Resonanzschwenksieben unter Anwendung des Grundgesetzes der Dynamik der Relativbewegung des materiellen Punktes*

In der Arbeit wird das Bewegungsregime der Mischungsschicht auf den flachen Resonanzschwenksieben festgestellt, wobei ein vereinfachtes mathematische Modell eines auf dem Sieb sich bewegenden Körnchens angewendet wird.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 5, 1983

C.Z. 681.14 : 65.012.1 : 622.01

Mitran, I. *Die Multikriterial-Optimalität mit Anwendungen in der Bergbauindustrie*

Der Verfasser stellt einige modernen Richtungen in den Problemen der Multikriterial-optimalität vor; in dem letzten Teil werden einige konkreten Probleme mit Hilfe der Methode der Globalnutzbarkeit gelöst.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 5, 1983

C.Z. 622.692.234 : 665.5

Pavel, A., Săndulescu, D. *Wahrscheinliche Kühlung des Behälters eines Eisenbahnkesselwagens für verflüssigte Petroleumgase*

Für die quantitative Einschätzung — rechnerisch — der niedrigsten wahrscheinlichen Kühlung der metallischen Wand der Behälter eines Eisenbahnkesselwagens für Flüssiggase, überprüft der Verfasser die drei Voraussetzungen auf welchen diese sich basiert: die Voraussetzung der isenthalpischen Expansion (Drosselung), die Voraussetzung der adiabatischen Expansion (Ausdehnung) und die Voraussetzung der adiabatischen Verdampfung der Flüssigkeit (verflüssigtes Gas) unter Saturationsbedingungen.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 5, 1983

C.Z. 622.241.5 : 622.245 : 622.831

Iordache, G. *Möglichkeiten für die Verminderung des Metalverbrauches bei der Verrohrung der Kolonnen grosser Durchmesser*

Vorgestellt wird eine neue Rechenbasis des Maximaldruckes welche den Profil der Kolonnen grosser Durchmesser bestimmt, wobei der Differentialdruck und die Ausstattung der Kolonnen mit Vorrichtungen für Druckverminderung nach dem Zementabbinden in Betracht genommen werden.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 5, 1983

C.Z. 622.243.14 : 552.52

P o p e s c u, F. e ţ a l. *Befestigung des Schlammgesteines mit Bohrflüssigkeiten mit Kaliumionen (I)*

Die Verfasser stellen die Hauptergebnisse der Labor- und Feldarbeiten vor, welche im Rahmen des Forschungs- und Projektierungsinstitutes für Petroleum und Gase von Cimpina, durch die Verwendung von hemmender Bohrflüssigkeit Typ INHIB—KCl mit Polymeren und Kaliumionen in Bohrungen durch wasserempfindliches Schlammgestein erreicht wurden.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 5, 1983

C.Z. 622.24 : 622.323

T r u i c ă, V., H o l d i ş, G. *Abführung der in Erdgasbohrungen angehäuften Flüssigkeiten*

Die im Rahmen des Forschungs — und Projektierungsinstitutes für Petroleum und Gase von Cimpina durchgeführten Untersuchungen haben festgestellt, dass die Abführung der in Erdgasbohrungen angehäuften Flüssigkeiten durch die Verwendung von Schaummitteln, ohne andere äussere Energiequellen, erleichtert wird. Das Verfahren- entwickelt und patentgeschüzt- besteht aus der Oberflächenhenbung durch die Bohrungsgase, der angehäuften Flüssigkeit als Schaumsäule. Als Schaummittel wurden aktive Oberflächenmittel des anionischen, kationischen oder nicht-ionischen Types, unter verschieden Druck- und Temperaturbedingungen und für verschiedene Flüssigkeiten, geprüft.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 5, 1983

C.Z. 622.323 : 622.24

G h e o r g h i ţ o i u, M., D i n c ă, A n a *Probleme welche effektive Massnahmen für die Bekämpfung der Blockierung der wirtschaftlichen Schicht bei ihrer Komplettierung durch Bohrungen und bei der Inbetriebsetzung der Struktur X in dem panonischen Becken anfordern*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 5, 1983

Revista MINE, PETROL şi GAZE este editată de Oficiul de informare documentară pentru industria minieră, Bucureşti Calea Victoriei 220, sector I, cod 71104, C.P. 22—146, telefon 59.29.75.
Tiparul: Intreprinderea poligrafică „Informaţia" str. Brezoianu nr. 23—25 Bucureşti, c. 1323
Preţul: 13 lei/exemplar
Corector: Cornelia Popa Grafica: A. Socaciu

Contribuţii la studiul geologiei şi perspectivei mineralizaţiilor de fier din partea sud-estică a masivului Poiana Ruscă

Prof. dr. doc. **L. Pavelescu**, ing. **R. Cosma**, ing. **C. Arambaşa**, ing. **V. Niculescu**
Universitatea Bucureşti

I. Imaginea sintetică a geologiei regiunii

La alcătuirea geologică a părţii sud-estice a masivului Poiana Ruscă iau parte formaţiuni cristalofiliene aparţinînd Pînzei Getice, încadrate de depozitele sedimentare ale bazinelor posttectonice Lunca Cernii—Rusca Montană, Haţeg şi Culoarului Bistrei (fig. 1).

Formaţiunile cristaline ale Pînzei Getice cuprind două serii distincte:

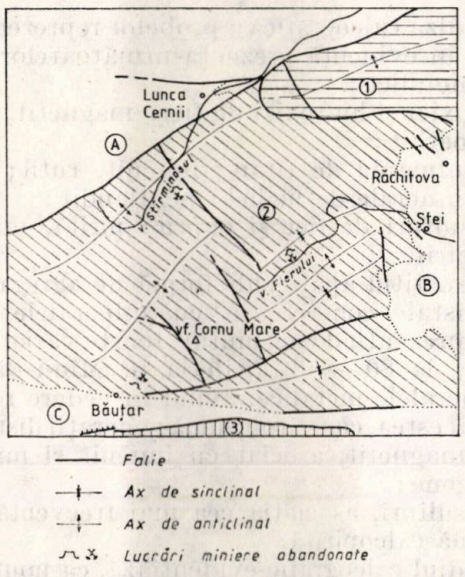


Fig. 1. Schiţa geologică a sectorului sud-estic al masivului Poiana Ruscă:

I. Cuvertura sedimentar cretacică + paleogenă; *A* – Depresiunea Rusca Montană; *B* – Depresiunea Haţegului; *C* – Culoarul Bistrei.
II. Formaţiuni metamorfice. Pînza Getică: *1* – Seria intermediară; *2* – Seria de Sebeş–Lotru, Autohtonul danubian; *3* – Seria de Drăgşan.

– Seria de Sebeş-Lotru (precambrian superior A = 1 600—850 ± 50 mil. ani)
– Seria intermediară (precambrian superior B = 850 ± 50—575 mil. ani).

1. *Seria de Sebeş—Lotru*

Şisturile cristaline ale Seriei de Sebeş-Lotru au cea mai mare extindere în zona cercetată şi aparţin precambrianului superior [7].

Fondul general al ariei în care se dezvoltă şisturile cristaline ale Seriei de Sebeş-Lotru este dominat de răspîndirea largă a micaşisturilor şi paragnaiselor biotitice ± granaţi, staurolit, disten etc. Acest fond petrografic predominant cuprinde numeroase intercalaţii de cuarţite, amfibolite, migmatite, calcare, pegmatite etc.

În unele zone, şisturile cristaline ale acestei serii poartă pregnant amprenta retromorfismului.

În cadrul formaţiunilor Seriei de Sebeş-Lotru se remarcă prezenţa rocilor granitoide (granitoidul de Criva), precum şi a magmatitelor bazice metamorfozate.

Lentilele de minereu de fier evidenţiate în sectoarele Valea Stîrminosul, Valea Fierului şi Băuţar sînt asociate rocilor amfibolice, în special metamorfitelor. Mineralizaţiile de fier cu importanţă economică sînt legate de nivelele de amfibolite din flancurile sinclinalului Băuţar-Stei.

2. *Seria intermediară*

Rocile care alcătuiesc această serie se dezvoltă în partea de nord, nord-est a regiunii cercetate şi sînt reprezentate prin şisturi sericito-cuarţitice ± biotit, şisturi muscovito-biotitice ± granaţi, cu intercalaţii de calcare cristaline ± dolomitice, amfibolite şi şisturi amfibolice.

Vîrsta acestei serii este considerată precambrian superior B.

În şisturile muscovito-biotitice cu granaţi apare magnetit idiomorf sub forma unei pulberi fine, fără a avea însă importanţă economică.

De asemenea, intercalaţiile de amfibolite şi şisturi amfibolice din Seria intermediară sînt lipsite de mineralizaţii de fier, acestea fiind prezente doar în formaţiunile Seriei de Sebeş-Lotru.

3. *Consideraţii petrogenetice*

Din studiul fiziografic şi al paragenezelor se poate trage concluzia că, atît paragnaisele, cît şi micaşisturile s-au format pe seama unor depozite cuarţo-feldspatice, în parte pelitice, metamorfozate în condiţiile faciesului amfibolitic.

Din raporturile constatate pe teren se întrevede separarea a două orizonturi. Orizontul inferior este format, în bază, dintr-un material psamitic-cuarţos, mai mult sau mai puţin arcozian, peste care urmează roci pelitice, în genere sărace în cuarţ. Orizontul superior este format la bază dintr-un material foarte pelitic-argilos, cu intercalaţii uneori de microconglomerate, după care urmează un material arcozian şi orizontul se termină cu un nivel conglomeratic cu unele intercalaţii de material pelitic-argilos.

Studiul petrografic mai pune în evidenţă faptul că şisturile cristaline ale Pînzei Getice au suferit mai multe tipuri de metamorfism, întrucît pretutindeni întîlnim amprenta acestui polimetamorfism. În rocile care au fost afectate de procesul de migmatizare se observă că mezostaza

este formată din granule fine de cuarț recristalizat, care au o extincție relativ normală. Aceste granule corodează foarte ușor granulele mai mari de cuarț, mai vechi, și chiar cristalele de microclin. De asemenea, se observă foarte clar că toate fisurile și crăpăturile mineralelor relicte sînt umplute cu minerale din mezostază, de unde reiese că aceste recristalizări au fost contemporane cu tensiunile la care au fost supuse rocile.

Procesele de retromorfism sînt, la rîndul lor, suprapuse peste procesele de albitizare și microclinizare. În primele stadii, procesele acestea metasomatice se limitează la albitizarea microclinului. De asemenea, se observă că acest albit este anterior mezostazei granoblastice de neoformație, întrucît este de multe ori traversat de ea.

Se observă, de asemenea, o fază de albitizare mai tîrzie, contemporană cu recristalizarea mezostazei. Fazele de albitizare se pare că se datoresc unei remobilizări de ioni de sodiu conținuți în microclin, iar albitul din a doua fază ar proveni din transformarea plagioclazilor primari, mai bazici. Mai există și a treia fază de albitizare, foarte slab evidențiată, și aceasta ar putea fi legată de un aport de sodiu, probabil de natură hidrotermală, care depășește perioada de retromorfism. Între cele două faze de albitizare se interpune una de microclinizare, care a dus la o îmbogățire remarcabilă a rocilor în microclin.

Ca episoade sporadice în această stivă de sedimente, care a dat naștere la paragnaise și micașisturi, se interpun unele secvențe de marne și intruziuni de roci eruptive acide pînă la bazice, care au dat naștere la roci amfibolice, metagabbrouri, metadiorite și gnaise granitice sau metariolite.

4. *Considerații tectonice*

Munții Poiana Ruscă fac parte din domeniul getic al Carpaților Meridionali.

În sudul masivului, în geosinclinalul prehercinic (precambrian), s-au depus formațiuni sedimentare care au fost metamorfozate regional în orogenezele prebaikaliene în condiții de presiuni și temperaturi ridicate, generînd șisturi cristaline mezometamorfice (gnaise, paragnaise, micașisturi, amfibolite și calcare cristaline). În fazele ulterioare de metamorfism, diaftoreza a dus la adaptarea șisturilor cristaline la condiții de presiuni și temperaturi mai scăzute, transformînd rocile în șisturi verzi, micașisturi, șisturi cuarțo-feldspatice etc.

În paleozoicul inferior, pe structura prehercinică peneplenizată, s-a instalat un nou geosinclinal, care a funcționat pînă în paleozoicul superior. În acest geosinclinal au fost depuse sedimente care s-au metamorfozat în condițiile faciesului de șisturi verzi, formînd șisturi sericitoase, cloritoase, grafitoase, cuarțitice, calcare și dolomite.

Structurile plicative majore sînt reprezentate prin cîteva anticlinale și sinclinale, cu direcția NE-SV, care afectează și zona mineralizată de la Stîrminosul. O cută sinclinală afectează, în mare parte, mineralizația de la Băuțar și pe cea de la Valea Fierului.

Cutele minore sînt normale și sinuoase.

Faliile transversale au direcția NV-SE și dau decroșări mici.

În nordul zonei cercetate se conturează unitatea intermediară care se așază discordant peste Seria (unitatea) de Sebeș-Lotru. Unitatea intermediară, în nordul regiunii, încalecă peste Seria de Sebeș-Lotru, iar spre sud ea este încălecată de șisturile mezometamorfice ale Seriei de Sebeș-Lotru, producînd o serie de deranjamente tectonice de amploare mică.

II. Parageneza mineralizațiilor

Analiza calcografică a probelor reprezentative a pus în evidență prezența următoarelor minerale metalice:

— oxizi și hidroxizi de fier, magnetit, hematit, goethit;

— minerale de titan: ilmenit, rutil;

— minerale de nichel: pentlandit;

— sulfuri de fier și cupru: pirită, pirotină, calcopirită.

Magnetitul apare sub formă de agregate sau de cristale concrescute cu mineralele petrogene, prezentînd conținuturi foarte variate de la 1—2% la 80—85% (galeria p. Mînii-Băuțar).

Mineralele metalice, avînd în vedere relațiile între acestea, constituie două generații distincte:

— magnetit, asociat cu ilmenit și minerale petrogene;

— sulfuri, asociația cea mai frecventă fiind pirotină-calcopirită.

Studiul calcografic evidențiază, ca noutate în perimetru, prezența mineralelor de titan, ilmenitul avînd în unele secțiuni o pondere de 8—20%. Aceste rezultate constituie, după părerea noastră, premisa efectuării unor prospecțiuni pentru conturarea mineralizațiilor de Ti din regiune. Sulfurile (pirită, pirotină, calcopirită) sînt prezente, în majoritatea secțiunilor analizate, din toate cele trei perimetre, sub formă de grăunțe fine, micronice. Ponderea sulfurilor este de 0,5—2%, atingînd rareori 5—6%. Este caracteristică asociația pirotină-calcopirită în perimetrul Băuțar, iar în perimetrul Valea Fierului calcopirita apare frecvent (sub 1%) neasociată cu alte sulfuri [10].

Mineralele de nichel (probabil pentlandit) apar accidental, asociate cu pirotina, avînd doar o semnificație metalogenetică.

III. Perspectiva mineralizațiilor de fier

Cercetările geologice și geofizice complexe din partea de SE a masivului Poiana Ruscă confirmă existența mineralizațiilor de fier cu impor-

tanţă economică numai în cele trei perimetre cunoscute:

— perimetrul Valea Stîrminosul;
— perimetrul Valea Fierului;
— perimetrul Băuţar.

1. *Perimetrul Valea Stîrminosul*

Prin lucrările miniere de suprafaţă şi adîncime au fost puse în evidenţă lentile mici în şapte sectoare distincte, mineralizaţiile de fier fiind situate la două nivele:

— nivelul I: sectoarele Bella, Gabor, Muchea Sasă, Ioan, V. Morii;
— nivelul II: sectoarele V. Lupului şi V. Mare.

Lentilele se caracterizează prin dimensiuni reduse: lungimi de 5—60 m şi grosimi de 0,4—3 m. În schimb, conţinuturile în fier sînt însemnate, fiind cuprinse între 38,37% (sectorul V. Mare) şi 58,37% (sectorul Gabor).

În aceste condiţii, considerăm că lentilele de magnetit din perimetrul Valea Stîrminosul prezintă o perspectivă economică redusă. Lentilele menţionate ar putea constitui obiectul unor exploatări mici, de scurtă durată. Perspective în acest sens prezintă doar lentilele din sectoarele Bella şi Gabor, situate în versantul drept al Pîrîului lui Ştefan. În zona Muchea Sasă, minereul fiind aproape de suprafaţă, exploatarea s-ar putea face printr-o mică carieră, de importanţă locală [4].

2. *Perimetrul Valea Fierului*

Mineralizaţiile de fier din acest perimetru sînt asociate amfibolitelor, parţial situate în apropierea corpurilor de roci granitoide.

Lentilele de magnetit (± ilmenit, pirotină, calcopirită) sînt situate în flancurile sinclinalului Băuţar-Stei, la două nivele distincte:

— nivelul superior: p. Mărului, p. Căpriorului şi culmea dintre ele;
— nivelul inferior: vf. Cuptorului şi Faţa Turcului.

În zona p. Mărului — p. Căpriorului s-au executat cinci galerii de coastă, care au interceptat şapte lentile de minereu. Grosimile acestor mineralizaţii lentiliforme sînt cuprinse între 0,20 şi 4,0 m, iar conţinuturile variază între 23 şi 51% Fe. Rezervele geologice de categoria C_2 însumează, pentru cele şapte lentile, circa 300 000 t.

În zona Vf. Cuptorului au fost evidenţiate, prin prospecţiunile magnetometrice de mare detaliu, anomalii cu intensităţi de circa 1 000 γ. Acestea implică posibilitatea extinderii mineralizaţiilor de fier în adîncime.

Executarea unui program de foraje (propuse încă din 1975, dar neefectuate), ar permite confirmarea prezenţei unor lentile de minereu de fier în adîncime, reconsiderîndu-se astfel perspectiva economică a zonelor vf. Cuptorului şi p. Mărului — p. Căpriorului.

3. *Perimetrul Băuţar*

În sectorul Băuţar se cunosc două lentile de magnetit, în zona p. Mînii, cu grosimi de max. 2 m şi lungimi de cel puţin 40 m, extinzîndu-se sub aluviunile Văii Bistra. Minereul a fost exploatat în diverse etape, la două orizonturi, însă considerăm că mineralizaţia nu a fost urmărită nici pe direcţie, nici pe înclinare, în modul cel mai adecvat.

Conţinutul în fier al lentilelor de la Băuţar variază între 30 şi 62%, cu o medie de 51%.

Prin lucrări miniere au fost evidenţiate rezerve de categoria C_1 = 160 000 t, rezervele de prognoză fiind evaluate la 1 200 000 t.

Avînd în vedere că exploatarea minereului de fier de la Băuţar nu a fost finalizată, considerăm că zona prezintă încă perspectivă economică, fiind oportună reluarea lucrărilor miniere.

Tot în perimetrul Băuţar, spre ENE, au fost conturate anomalii magnetice, cu valori de peste 1 000 γ pe aliniamentele d. Cornii—Muchia Hotarului, d. Cornu Mare şi d. Podbeal. Apreciem că executarea unor foraje de 200—300 m adîncime, amplasate în apexurile ariilor anomale, ar permite reconsiderarea perspectivei economice a zonelor menţionate.

4. *Propuneri privind continuarea cercetării geologice*

Luînd în considerare rezultatele cercetărilor anterioare şi ale studiilor efectuate în perioada 1981—1982 de către Universitatea Bucureşti, sugerăm următoarele.

1. Efectuarea unor prospecţiuni geologice detaliate pentru conturarea mineralizaţiilor de titan, identificate de noi în partea de sud a masivului Poiana Ruscă.

2. Executarea unor foraje cu adîncimi de 200—300 m în apexurile anomaliilor magnetice evidenţiate în zonele p. Mărului—p. Căpriorului, vf. Cuptorului, d. Cornii—Muchia Hotarului, d. Cornu Mare şi d. Podbeal.

3. Reluarea lucrărilor miniere în vederea conturării lentilelor şi finalizării explorării minereului de fier la Băuţar.

Bibliografie

[1] Berches, St., Berches Maria *Proiect geologic de lucrări de prospecţiuni în sectorul V. Stîrminosul — Valea Fierului — Băuţar în perioada 1972—1974.* Arhiva I.P.E.G. „Banatul" Caransebeş.

[2] Cristescu, Tr., Stefanciuc Al., Steflea Emilia *Prospecţiuni aeromagnetice de detaliu pentru mineralizaţii de fier în Munţii Poiana Ruscă, jud. Hunedoara, Timiş şi Caraş-Severin.* 1972. Arhiva I.P.G.G. Bucureşti.

[3] Ionescu, Gh. ş. a. *Proiect geologic cu propuneri de lucrări de foraj şi miniere pentru magnetit în zona Băuţar—Valea Fierului, Munţii Poiana Ruscă de Sud, judeţul Caraş-Severin şi Hunedoara, 1977.* Arhiva I.P.G.G. Bucureşti.

[4] Ionescu, Fl., Barilă, M., Hagel, A. *Raportu lucrărilor geologice din sectorul Stîrminosul—Lunca Cernii, 1974,* Arhiva I.P.E.G. „Hunedoara", Deva.

[5] Maier, O. ş. a. *Raport geologic asupra prospecţiunilor pentru minereu de fier din partea de SE a munţilor Poiana Ruscă, 1963.* Arhiva I.P.G.G. Bucureşti.
[6] Maier, O. ş. a. *Stratigrafia şi structura cristalinului mezometamorfic al masivului Poiana Ruscă, 1970.* An. Inst. Geol. XLIII, Bucureşti.
[7] Maier, O. ş. a. — *Harta geologică a R. S. România sc. 1 : 50.000 foaia Băuţar, 1979.* I.G.G. Bucureşti.
[8] Pavelescu, L., Dimitrescu, R. *Contribuţiuni la studiul petrografic al andezitelor din bazinul Rusca Montană — Lunca Cernii, cu privire specială asupra plagioclazilor.* Bul. şt. geol. biol. apon., 1954, Bucureşti.
[9] Pavelescu, L. *Cercetări geologice şi petrografice în Munţii Poiana Ruscă (Valea Fierului).* D.d.S. XXXIX, 1956, Bucureşti.
[10] Pavelescu, L. *Studiul privind perspectiva mineralizaţiilor de fier asociate formaţiunilor metamorfice pe baza rezultatelor cercetărilor geologice şi geofizice complexe din Poiana Ruscă de S.* Universitatea Bucureşti, 1982.

Folosirea trasorilor radioactivi în cercetările hidrogeologice din zona zăcămintelor de minereuri Crucea — Leşul Ursului

Ing. **R. Catilina**, ing. **Şt. Crăciun**, fiz. **M. Pascu**
Institutul de fizică şi inginerie nucleară

I. Introducere

Structurile geologice în care se dezvoltă lucrările miniere subterane sau de suprafaţă, cu foarte rari excepţii, permit infiltrarea apelor, iar infiltraţiile sînt cu atît mai mari cu cît:
— suprafaţa este brăzdată de mai multe cursuri de apă permanente;
— există pînze sau acumulări de ape subterane în apropierea structurii care interesează;
— regimul pluviometric este mai intens;
— formaţiunile geologice acoperitoare sînt mai permeabile, mai fracturate sau fisurate.

Cursurile de apă de la suprafaţă sau pînze de ape subterane, cînd trec peste surpări provocate de exploatare, roci permeabile sau falii deschise, constituie una din sursele principale a infiltraţiilor de apă în lucrările miniere.

Apele care se infiltrează în lucrările miniere subterane constituie un pericol permanent, care poate duce la accidente tehnice şi umane sau chiar la imposibilitatea avansării lucrărilor în unele zone.

Pomparea apei din subteran implică cheltuieli importante, precum şi consum de energie.

Cunoaşterea surselor de apă care alimentează debitele din subteran ar putea conduce la luarea de măsuri care să împiedice parţial sau total pătrunderea apelor în lucrările miniere subterane.

Trasorii radioactivi oferă posibilitatea de investigare a unei varietăţi mari de fenomene, printre care şi mişcarea apei în mediul geologic străbătut. Utilizarea radionuclizilor ca trasori prezintă un avantaj substanţial, deoarece permite o detectare rapidă a trasorului în concentraţii foarte mici pe probe sau direct în curentul acvifer.

II. Date generale

Zăcămîntul Leşul Ursului, după datele comunicate în rapoartele şi publicaţiile de specialitate, face parte din zona acumulărilor vulcanogene sedimentare metamorfozate de pirite şi sulfuri polimetalice Baia Borşa — Bălan.

Tectonica ce afectează zăcămîntul este cea disjunctivă, fiind determinată, în special, de procesul de şariaj al unităţii bucovinice peste unitatea subbucovinică.

Ca urmare a tectonicii disjunctive foarte accentuate, zăcămîntul a fost afectat de falii tectonice majore.

Perimetrul în care s-au efectuat lucrările cu trasori radioactivi aparţine porţiunii central-estice a Munţilor Bistriţa, fiind format din şisturi cristaline epimetamorfice ale Seriei de Tulgheş, reprezentate prin pachete de şisturi clorito-sericitice, şisturi clorito-cuarţitice, şisturi amfibolitice, şisturi grafitoase, cuarţite negre şi roci porfirogene. În unele lucrări toate aceste roci sînt străbătute de filoane lamprofirice.

Gradul de tectonizare ridicat al acestor roci favorizează circulaţia apelor de infiltraţie pe liniile de minimă rezistenţă.

În acest perimetru reţeaua hidrografică de la suprafaţă este formată din Pîrîul Pietrei care dispare total la circa 250 m amonte de vărsare în Rîul Bistriţa, Pîrîul Şarpelui şi Rîul Bistriţa. Executarea lucrărilor miniere subterane din această zonă întîmpină mari dificultăţi din cauza apelor infiltrate în subteran.

III. Interacţiunea trasorilor radioactivi cu mediul străbătut

Între un trasor introdus într-o formaţiune acviferă subterană şi mediul subteran, rocile, apa liberă, apa legată, se formează raporturi complexe care duc, în general, la scăderea concentraţiei trasorului.

Frontul trasorului radioactiv se stabileşte în lungul direcţiei de curgere. Lungimea acestui front creşte după o anumită lege în funcţie de distanţa străbătută. Dacă mediul respectiv are capacitatea de a absorbi trasorul, atunci frontul trasorului şi cel al fluidului subteran vor avea viteze diferite şi se vor distanţa unul de altul, odată cu creşterea lungimii străbătute.

Din punct de vedere metrologic, durata de înjumătățire a radionuclidului folosit ca trasor trebuie să fie suficient de lungă, astfel ca pe toată durata t să nu se dezintegreze sub limitele detectabile și măsurabile, ținînd seama și de diluția-absorbția în mediul de investigat.

Din punctul de vedere al radioprotecției, timpul de înjumătățire trebuie să fie suficient de scurt pentru ca mediul investigat să nu rămînă contaminat. Situația cea mai avantajoasă corespunde relației:

$$t \leqslant (3-4)T_{1/2} \leqslant T, \qquad (1)$$

în care $T_{1/2}$ este durata de înjumătățire a radionuclidului folosit ca trasor, iar T intervalul între două determinări. La limită $T \to t$, de unde rezultă că relația nu poate fi satisfăcută decît de radionuclizii de viață medie. Utilizarea ca trasori a unor radionuclizi de viață lungă nu se poate face decît efectuînd calcule riguroase de radioprotecție, conform normelor în vigoare.

IV. Etapele care trebuie parcurse pentru pregătirea experimentărilor din teren

Pentru realizarea practică a lucrărilor din teren au fost necesare:

— studii și cercetări de laborator pentru alegerea celor mai adecvați radionuclizi, determinînd interacțiile fizico-chimice ale trasorilor cu mediul pe modele experimentale, utilizînd ape și roci din zona de investigat;

— alegerea aparaturii pentru detectare, care depinde de sistemul de detecție adoptat (in situ sau pe probe), de concentrația minimă măsurabilă, de condițiile de mediu, precum și etalonarea aparaturii;

— stabilirea metodologiei de lucru, care se referă la modul de transport al radionuclizilor pînă la punctul de injecție, modul de marcare, de detectare, geometria de măsurare optimă, prelevarea probelor și măsurarea lor în teren și laborator;

— calculul activității totale și pentru fiecare marcare în funcție de concentrația minimă detectabilă și concentrația minimă măsurabilă, de volumul în care urmează să se dilueze, de durata de tranzit și durata de înjumătățire a radionuclidului și de gradul de reținere în mediul investigat;

— stabilirea măsurilor de radioprotecție, referitor la protecția operatorilor, a populației și a mediului ambiant.

V. Metoda de lucru

Cercetările folosind trasori radioactivi au constat din:

— determinarea pe pîraie a pierderilor de debit prin metode nucleare;

— verificarea legăturilor hidraulice între apele din rețeaua hidrografică de suprafață și apele infiltrate în lucrările miniere subterane;

— determinarea parametrilor de curgere ai apelor subterane (viteză și direcție).

1. *Determinarea pierderilor de debit prin metode nucleare*

Măsurarea debitelor cursurilor naturale de apă cu precizia cerută în practică întîmpină de multe ori dificultăți de ordin practic sau economic. Pentru rezolvarea cazurilor în care metodele clasice nu dau rezultate satisfăcătoare și cu precizia dorită (cazul rîurilor de munte, torenților etc.) și în scopul măririi preciziei de măsurare a debitelor s-a fundamentat o metodă radiometrică, cu avantajul că este independentă de viteza de curgere sau de secțiunea transversală a rîului și de variațiile acestora.

Metoda constă în introducerea unei cantități determinate de trasor radioactiv în cursuri de apă și detectarea acestuia în aval la o distanță suficientă pentru a asigura o amestecare completă transversală și longitudinală a trasorului cu apă.

Cu ajutorul unui dispozitiv special se injectează în apa rîului, cu un debit constant q (cm^3/s), o anumită cantitate de trasor radioactiv, avînd o concentrație C_0. În aval, în secțiunea de măsură situată la o distanță mai mare decît lungimea L (m) teoretică de amestec dată de Rimmer cu:

$$L = \frac{0{,}13\ B\ C_h(0{,}7\ C_h + 6)}{g\ h_{med}}, \qquad (2)$$

se măsoară variația concentrației în timp, unde:

B este lățimea medie a secțiunii muiate în secțiunea de măsură, m;

h_{med} — adîncimea medie a apei în secțiunea de măsură, m;

C_h — coeficientul lui Chezy ($15 < C_h < 50$);

g — accelerația gravitațională, $m \cdot s^{-2}$.

După o lungime L de amestecare, concentrația trasorului în apa rîului va fi C, iar Q — debitul pe care îl determinăm.

Atunci:

$$C_0 \cdot q + C_2 Q = C(Q + q), \qquad (3)$$

în care C_2 reprezintă concentrația trasorului în apa rîului înainte de injecția acestuia.

În general $C_0 \gg C$; $C \gg C_2$; formula devine:

$$Q = q\frac{C_0}{C}, \qquad (4)$$

din care se poate determina debitul Q, cunoscînd pe q și măsurînd C_0 și C.

a. Determinarea debitelor afluente și defluente

La cursurile de apă fără debite afluente sau defluente, dacă trasorul radioactiv injectat nu este reținut de-a lungul porțiunii de măsurare a cursului de apă, atunci suprafața de sub curba variației concentrației în timp în orice secțiune aval de secțiunea de injecție rămîne constantă:

$$\int_0^\infty C_{init}(t)\,dt = \int_0^\infty C_1(t)\,dt = \ldots = \int_0^\infty C_{fin}(t)\,dt = \text{const.}, \quad (5)$$

unde:

$C_{init}(t)$ este concentrația trasorului în prima secțiune de măsură;

$C_{fin}(t)$ — concentrația trasorului în secțiunea finală a trasorului studiat.

La cursurile de apă cu debite afluente, concentrația trasorului la capătul tronsonului de măsurare va varia invers proporțional cu debitul afluent:

$$\int_0^\infty C_{init}(t)dt > \int_0^\infty C_{fin}(t)\,dt, \quad (6)$$

activitatea injectată rămînînd constantă.

În cazul în care avem debite defluente, deci debitul Q se micșorează, activitatea injectată se va micșora, iar integrala curbei va rămîne constantă în orice secțiune de măsurare.

$$\int_0^\infty C_{init}(t)\,dt = \int_0^\infty C_{fin}(t)\,dt. \quad (7)$$

Măsurările efectuate în secțiunea de măsură vor reprezenta debitul din secțiunea amonte de zona în care se produc pierderi de debit. În consecință, în asemenea situații este necesar ca la capătul final al tronsonului de măsurare să se injecteze o nouă cantitate de trasor radioactiv Λ_1.

Debitul final de la capătul tronsonului de măsurare va fi:

$$Q_1 = Q + Q_{afl} - Q_{efl}. \quad (8)$$

Să presupunem că de-a lungul porțiunii supuse măsurării are loc mai întîi un aport de apă și apoi o pierdere de debit. După ce s-a injectat trasorul radioactiv în secțiunea amonte de tronsonul de măsurare, se măsoară debitul Q la intrarea în sectorul de măsurare, apoi concentrația C la capătul inițial C_i și la cel final al acestui tronson C_f. Debitul afluent va rezulta din relația:

$$Q_{afl} = Q\left[\frac{C_i}{C_f} - 1\right]. \quad (9)$$

Se injectează apoi la capătul final al tronsonului de urmărire activitatea Λ_1 și în aval de acest punct se determină concentrația C_1.

Cantitatea relativă care se evacuează în unitatea de timp Q_{ev} este dată de relația:

$$Q_{ev} = Q\left[1 - \frac{\Lambda_1}{\Lambda}\,\frac{C_f}{C_i}\right]. \quad (10)$$

b. Rezultatele determinărilor pe Pîrîul Ursului

Determinarea pierderilor de debit și zonarea acestora s-au efectuat pe Pîrîul Ursului în zona confluenței acestuia cu Pîrîul Jgheabul Larg, iar în aval de această confluență între 0—325; 325—350; 350—375; 375—400; 400—425 m.

În figura 1 sînt prezentate secțiunile de injectare a trasorului radioactiv și a tronsoanelor pentru determinarea pierderilor de debit.

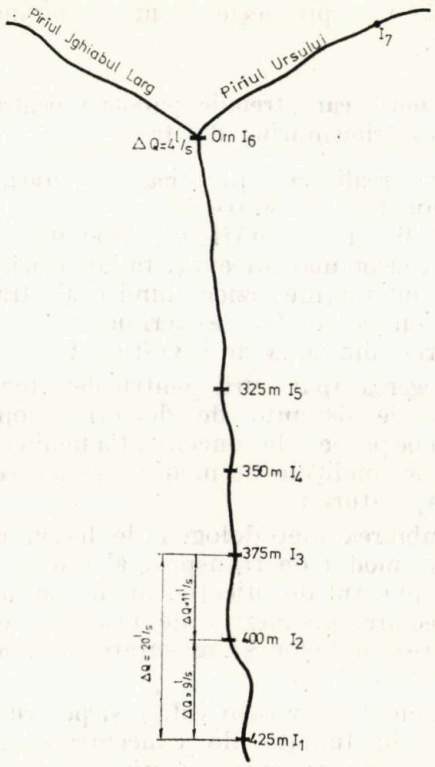


Fig. 1. Schema amplasării secțiunilor de măsură pentru determinarea pierderilor de debit pe Pîrîul Ursului.

Determinările radiometrice efectuate, folosind metoda diluției izotopice, au condus la rezultatele din tabelul 1.

De menționat că în zona confluenței Pîrîului Jgheabul Larg cu Pîrîul Ursului există o falie transversală pe distanța albiei vizibilă la suprafață.

2. *Verificarea legăturilor hidraulice între apele de suprafață și cele subterane*

Pierderile de debit stabilite prin metode clasice sau nucleare pe anumite cursuri de apă de

Tabelul 1

Secțiunea de măsură	1	2	3	4	5	6	7
Debitul, l/s	61	70	81	81	81	81	81
Pierderi de debit, l/s	9	11	—	—	—	4	—

la suprafață, în funcție de configurația terenului și de geologia zonei respective, pot să reapară undeva în aval, în albia aceluiași curs de apă, să ajungă în lucrările miniere subterane sau în alte direcții.

Pentru a verifica dacă debitele care se pierd pe anumite tronsoane ale albiilor de la suprafață ajung în lucrările miniere subterane, s-au făcut marcări radioactive pe mai multe cursuri de apă, simultan folosind mai mulți radionuclizi gama activi, sau uneori pe un singur curs de apă, folosind un singur radionuclid gama activ și urmărirea apariției radionuclizilor utilizați pentru marcarea apelor infiltrate în lucrările miniere.

a. Marcarea mai multor cursuri de apă simultan, în zona galeriei 17 Crucea-Puțul Șarpelui

În perimetrul minier Crucea, trebuia stabilită sursa de infiltrații de apă din puțul Șarpelui și galeria 17 Crucea. În jurul acestor lucrări miniere curg apele Rîului Bistrița, Pîrîului Șarpelui și Pîrîului Pietrei.

Analiza tehnică a indicat necesitatea folosirii metodei marcării simultane a celor trei surse de apă de la suprafață, lucrările miniere menționate fiind amplasate între aceste cursuri de apă la distanțe aproximativ egale de acestea.

a-1. Marcarea apelor Pîrîului Șarpelui

Apa acestui pîrîu s-a marcat radioactiv cu ajutorul unei soluții de $NH_4{}^{82}Br$, soluție limpede avînd o concentrație de ^{82}Br de 0,21 g/ml, o concentrație radioactivă de 100 mCi/ml, $T_{1/2} = 36$ h; pentru micșorarea fenomenului de absorbție s-a adăugat NH_4Br inactivă.

Marcarea s-a efectuat la o cotă superioară cotei lucrărilor miniere din acest perimetru de investigat.

a-2. Marcarea apelor Pîrîului Pietrei

Apa acestui pîrîu s-a marcat cu ajutorul unei soluții de $H^{198}AuCl_4$, cu activitatea specifică de 11,6 mCi/mg, o concentrație radioactivă de 256 mCi/ml, iar $T_{1/2} = 2{,}7$ d. Pentru micșorarea fenomenului de absorbție s-a folosit o soluție inactivă $HAu\ Cl_4$.

Marcarea s-a efectuat la o cotă superioară cotei lucrărilor miniere din acest perimetru de investigat.

a-3. Marcarea apelor Rîului Bistrița

Apa curentului de mal al acestui rîu s-a marcat cu ajutorul unei soluții de $^{140}La\ Cl_3$, avînd o concentrație de 0,11 g/ml și o concentrație radioactivă de 145 mCi/ml. Pentru micșorarea fenomenului de absorbție s-a adăugat soluție inactivă de $LaCl_3$.

Marcarea s-a efectuat în amonte de gura galeriei 17 Crucea.

În figura 2 se prezintă perimetrul de lucru, punctele de marcare radioactivă I, II, III... și punctele de așteptare (măsurare) 1, 2, 3...

În tabelul 2 sînt redate energiile radiațiilor gamma și abundența relativă a radionuclizilor utilizați ca trasori.

a-4. Măsurarea concentrației trasorilor în punctele de observație

Pentru urmărirea apariției radionuclizilor s-au stabilit două puncte: un punct la gura

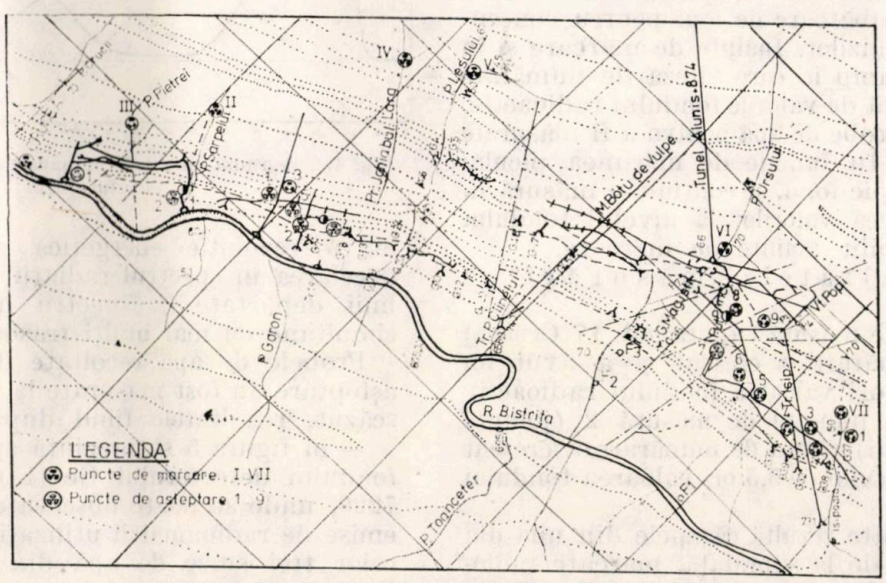


Fig. 2. Zona perimetrului minier Crucea — Leșul Ursului.

Tabelul 2

Radionuclidul	$T_{1/2}$	Energia radiațiilor gama, MeV	Abundența relativă %
^{198}Au	2,70 *d*	0,412	95,8
		0,675	1,0
		0,025	0,2
^{82}Br	36 *h*	0,554	75
		0,619	42
		0,698	27
		0,777	83
		0,827	25
		1,044	29
		1,317	28
		1,475	16
^{140}La	40,2 *h*	0,81	17
		0,131	35
		0,241	3
		0,265	12
		0,329	30
		0,431	6
		0,487	45
		0,815	35
		0,923	10
		1,597	98
		2,52	2

galeriei 17 Crucea, iar al doilea în jompul puțului Șarpelui.

Înainte de marcare, la punctele de așteptare s-au instalat aparatele pentru detectarea in situ a trasorilor utilizînd detectori cu scintilație tip S—19, cuplați la numărători tip 537—A, făcîndu-se măsurări ale fondului radioactiv la aceste puncte de măsură. Măsurările au continuat timp de 75 ore după marcările radioactive. În acest interval de timp, viteza de numărare (indicația aparaturii electronice) a crescut, punîndu-se în evidență apariția unui „nor" radioactiv. Pentru mărirea sensibilității de detectare a radionuclizilor pe fiecare detector s-a aplicat cîte un filtru de rășină schimbătoare de ioni pentru concentrarea radionuclizilor. Înainte de marcare și în intervalul de timp în care viteza de numărare era crescută față de valorile fondului radioactiv, s-au prelevat probe de apă pentru a fi măsurate spectrometric. În funcție de mărimea picului și a raportului pic/fond, se continuau măsurările pînă la revenirea valorilor la nivelul fondului radioactiv stabilit înainte de marcare.

a-5. Rezultatele măsurărilor din teren

La punctul de măsură 1 (gura gal. 17 Crucea) viteza de numărare a crescut și a avut un maxim de 3,5 ori valoarea fondului radioactiv (fig. 3), iar la punctul de măsură 2 (jompul puțului Șarpelui) viteza de numărare a crescut și a avut un maxim de 5,5 ori valoarea fondului (fig. 4).

Din aceste date rezultă că apele din una din sursele de apă de la suprafață, marcate radioactiv, au ajuns la aceste puncte de măsură, din două surse sau chiar din toate trei sursele de apă marcate radioactiv.

a-6. Rezultatele măsurărilor din laborator

Măsurarea distribuției spațiale și temporale a radioactivității apelor marcate cu trasori radioactivi se efectuează și în laborator la o instalație

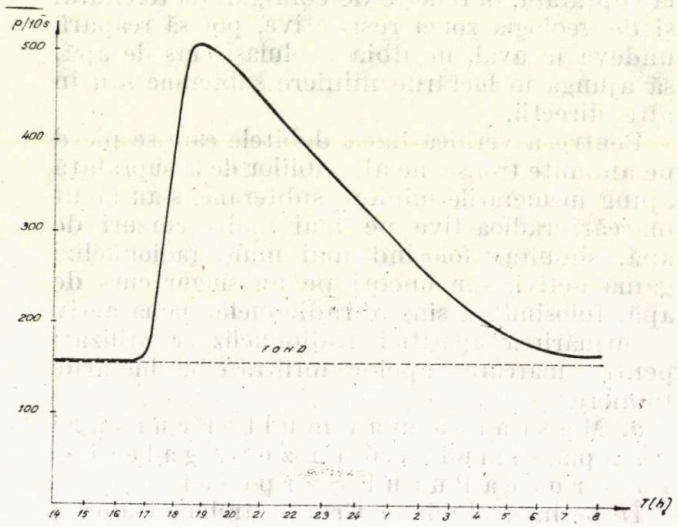


Fig. 3. Diagrama vitezei de numărare al punctul 1 — gura galeriei 17 Crucea.

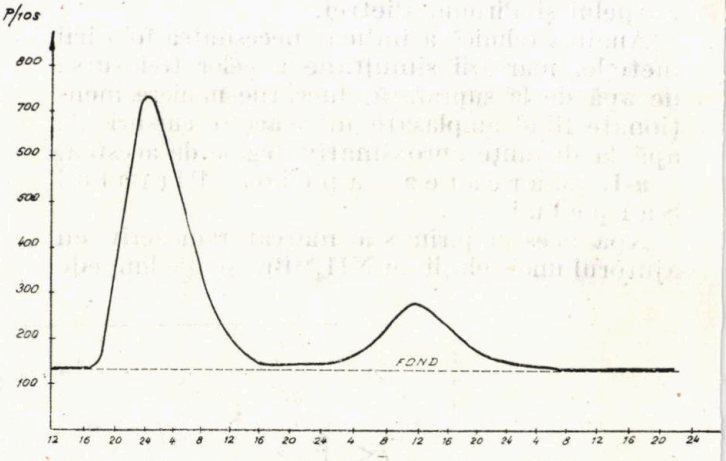


Fig. 4. Diagrama vitezei de numărare la punctul 2 — jompul puțului Șarpelui.

cu o rezoluție energetică suficientă pentru decelarea în spectrul radiațiilor gamma a unor linii depărtate în spectru în cazul marcării simultane cu mai mulți trasori.

Probele de apă recoltate de la punctele de așteptare au fost măsurate la instalația cu fond scăzut, rezultatele fiind după cum urmează:

— în figura 5 se prezintă spectrul gamma al fondului detectorului Ge (Li) Cambera model 7229, unde se poate observa absența energiilor emise de radionuclizii utilizați pentru marcarea celor trei surse de apă din zona galeriei 17 Crucea—puțul Șarpelui;

— în figura 6 se prezintă spectrul gamma al unei probe de apă colectată de la punctul 1 de măsurare în momentul în care viteza de numărare a instalației de teren indica o creștere. Acest spectru confirmă existența unui radionuclid și anume ^{82}Br, folosit pentru marcarea Pîrîului Șarpelui;

— în figurile 7, 8, 9, 10, 11, 12 sînt prezentate spectrele gamma ale probelor de apă colectate la diferite intervale de timp de la punctul de măsurare 2, în care este pusă în evidență prezența radionuclidului ^{82}Br, folosit la marcarea apelor Pîrîului Șarpelui.

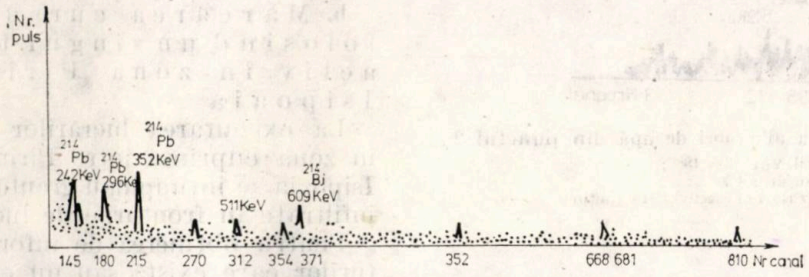


Fig. 5. Spectrul gamma al fondului detectorului Ge(Li) Cambera model 7229.

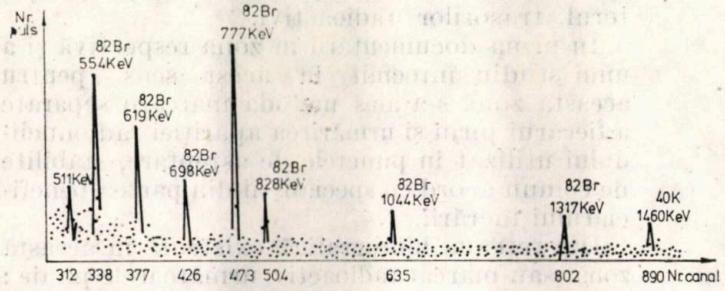


Fig. 6. Spectrul gamma al probei de apă din punctul 1:
data colectării, 26.11. ora 18°°;
timp de măsurare, 8 000 s;
conținut în trasori radioactivi, ^{82}Br.

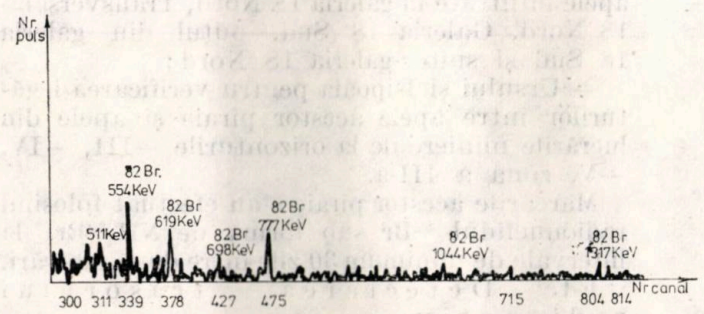


Fig. 7. Spectrul gamma al probei de apă din punctul 2:
data colectării, 26.11. ora 1°°;
timp de măsurare, 4 000 s;
conținut de trasori radioactivi, ^{82}Br.

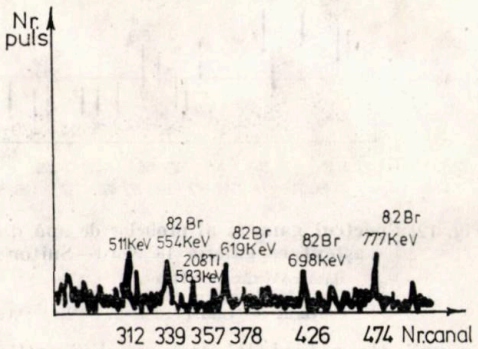


Fig. 8. Spectrul gamma al probei de apă din punctul 2:
data colectării, 26.11. ora 6°°;
timp de măsurare; 4 000 s;
conținut de trasori radioactivi, ^{82}Br.

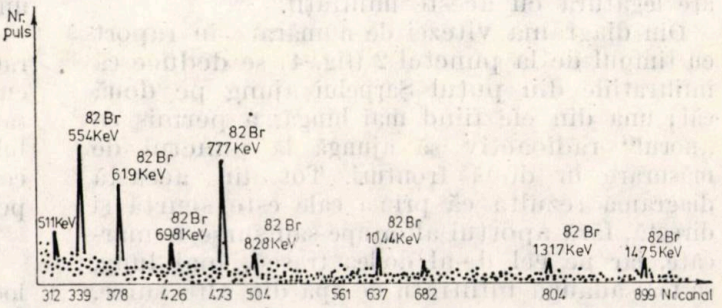


Fig. 9. Spectrul gamma al probei de apă din punctul 2:
data colectării, 27.11. ora 8°°;
timp de măsurare, 4 000 s;
conținut de trasori radioactivi, ^{82}Br.

De remarcat faptul că în spectrele gamma obținute la punctele de așteptare galeria 17 Crucea și jompul Puțului Șarpelui nu apar

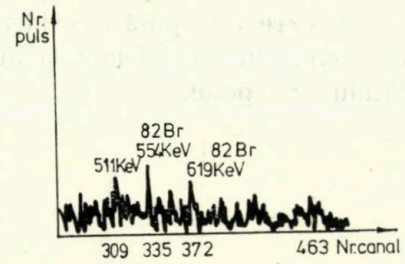


Fig. 10. Spectrul gamma al probei de apă din punctul 2 : data colectării, 27.11. ora 18°° ; timp de măsurare ; 4 000 s ; conținut în trasori radioactivi, ^{82}Br (puțuri).

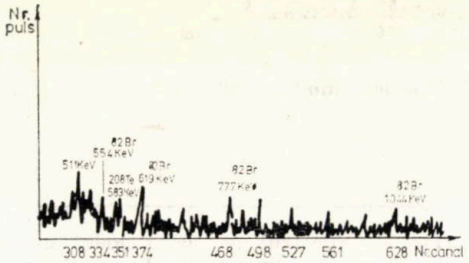


Fig. 11. Spectrul gamma al probei de apă din punctul 2 : data colectării, 27.11. ora 23°° ; timp de măsurare ; 8 000 s ; conținut în trasori radioactivi, ^{82}Br (puțuri).

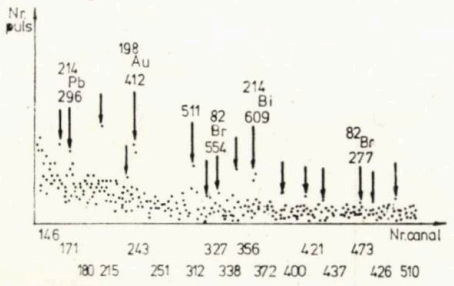


Fig. 12. Spectrul gamma al probelor de apă din punctul de așteptare galeria 18 Nord — Suitor : data colectării, 29.11. ora 8°° ; timp de măsurare, 8 000 s ; conținut în trasori radioactiv i, ^{82}Br, ^{198}Au.

energii ale celorlalți radionuclizi utilizați : ^{140}La și ^{198}Au.

Rezultă deci, că din cele trei surse de apă presupuse a avea legături cu infiltrațiile de apă din lucrările miniere din această zonă, galeria 17 Crucea și puțul Șarpelui numai Pîrîul Șarpelui are legătură cu aceste infiltrații.

Din diagrama vitezei de numărare în raport cu timpul de la punctul 2 (fig. 4) se deduce că infiltrațiile din puțul Șarpelui ajung pe două căi ; una din ele fiind mai lungă, a permis ca „norul" radioactiv să ajungă la punctul de măsurare în două fronturi. Tot din această diagramă rezultă că prima cale este scurtă și directă, fără aportul altor ape sau surse nemarcate, iar pe cel de-al doilea traseu, mai lung, se mai adaugă infiltrații de apă din alte surse, care au condus la scăderea concentrației radioactive în cel de-al doilea front al „norului" radioactiv.

Radionuclidul ^{198}Au injectat în Pîrîul Pietrei a fost detectat în probele de apă din punctul de așteptare galeria 18 Nord-suitor. Spectrul gamma prezentat în figura 12 confirmă acest lucru, prin energia de 0,412 MeV-abundență relativă 95,8 % prezent în acest spectru.

b. Marcarea cursurilor de apă folosind un singur trasor gamma activ în zona Pîrîul Șarpelui-Isipoaia

La executarea lucrărilor miniere subterane în zona cuprinsă între Pîrîul Leșului și Pîrîul Isipoaia se întîmpinau greutăți din cauza apelor infiltrate în fronturile de lucru.

Pentru obținerea de informații asupra legăturilor care există sau nu există între rețeaua hidrografică de la suprafață și apele infiltrate în lucrările miniere subterane din această zonă, s-a recurs la efectuarea de investigații cu ajutorul trasorilor radioactivi.

În urma documentării în zona respectivă și a unui studiu întocmit în acest sens, pentru această zonă s-a ales metoda marcării separate a fiecărui pîrîu și urmărirea apariției radionuclidului utilizat în punctele de așteptare, stabilite de comun acord cu specialiștii din partea beneficiarului lucrării.

Din rețeaua hidrografică existentă în această zonă s-au marcat radioactiv următoarele pîraie :

— Jgheabul Larg și Leșului, pentru verificarea legăturilor între apele acestor pîraie și apele infiltrate în galeria 18 Nord, Transversala-18 Nord, Galeria 18 Sud, puțul din galeria 18 Sud și suitor-galeria 18 Nord ;

— Ursului și Isipoaia pentru verificarea legăturilor între apele acestor pîraie și apele din lucrările miniere de la orizonturile —III, —IV, —V, zona a III-a.

Marcările acestor pîraie s-au efectuat folosind radionuclidul ^{82}Br sub formă de $NH_4{}^{82}Br$, la intervale de minimum 30 zile între două marcări.

b-1. Detectarea trasorului radioactiv

La toate punctele de așteptare, în apele respective s-au introdus filtre cu rășină schimbătoare de ioni de tipul Vionit—AT 1, pregătită în mod special în laborator ; filtrele se schimbau la anumite intervale de timp și se analizau la un analizor tip NP—434.

Urmărirea continuă a apariției trasorului radioactiv s-a făcut cu detectori GM-Philips, cu posibilitatea transmiterii semnalului la distanță mare prin cablu, fără deformarea semnalului, legați la înregistratoare electronice compensatoare automate pentru un punct și pentru mai multe puncte.

Din datele prezentate în tabelul 3 rezultă :

— proveniența apelor de infiltrație de la locurile de așteptare respective ;

Tabelul 3

Locul de marcare	Locul de așteptare	Timp mediu de tranzit
Pîrîul Ursului	Puț aeraj.	17 ore.
	Galeria direcțională Nord nr. 1—73—48 la circa 1 000 m de galeria transversală nr. 1—73—268.	11 ore.
	Plan înclinat	16 ore.
	Galeria direcțională nr. 1—73—278 la circa 2 000 m de transversala nr. 73—268	Nu s-a înregistrat apariția trasorului.
Pîrîul Leșului	Galeria 18 Nord.	20 ore.
	Galeria 18 Sud.	1 oră.
	Suitor-galeria 18 Nord.	2,25 ore.
	Puț galeria 18 Sud.	Nu s-a înregistrat apariția trasorului.
	Galeria 18 Nord record.	
Pîrîul Jgheabul Larg	Puț galeria 18 Sud.	1,25 ore.
	Galeria 18 Nord.	20 ore.
	Galeria 18 Nord record.	18 ore.
	Galeria 18 Sud.	Nu s-a înregistrat apariția trasorului.
Pîrîul Isipoaia	Gura galeriei 37.	
	Orizontul — III	
	Galeria direcțională Sud la intersecția cu galeria Isipoaia.	
	Galeria Isipoaia la NE de intersecția cu direcționala Nord.	
	Galeria direcțională Nord la intersecția cu planul înclinat.	
	Galeria direcțională Nord, la 100 m nord de intersecția cu galeria transversală suitor aeraj.	Nu s-a înregistrat apariția trasorului
	Plan înclinat între orizontul — III și — IV.	
	Orizontul — IV	
	Transversala suitor aeraj la intersecția cu transversala suitor aeraj.	
	Galeria direcțională Nord la 200 m de intersecția cu planul înclinat — III— IV.	
	Orizontul — V	
	Galeria direcțională Nord la intersecția cu transversala spre puțul 2.	0,75 ore
Pîrîul Ursului	*Orizontul — III*	
	Galeria direcțională Sud la intersecția cu galeria Isipoaia.	
	Galeria Isipoaia la NE de intersecția cu direcționala Nord.	
	Galeria direcțională Nord la intersecția cu transversala plan înclinat.	
	Galeria direcțională Nord, la 100 m nord de intersecția cu transversala suitor aeraj.	
	Plan înclinat între orizontul — III și — IV.	
	Orizontul — IV	Nu s-a înregistrat apariția trasorului
	Galeria transversală suitor aeraj la intersecția cu direcționala.	
	Galeria direcțională Nord la 50 m de intersecția cu planul înclinat între orizontul — III — IV,	
	Orizontul — V	
	Galeria direcțională Nord la intersecția cu transversala spre puțul 2.	
	Suprafață	
	Forajul nr. 1, pe malul stîng al Rîului Bistrița la 1 000 m aval de confluența cu Pîrîul Ursului.	19 ore
	Forajul nr. 2, pe malul stîng al Pîrîului Ursului la 500 m amonte de confluența cu Rîul Bistrița.	11,5 ore
	Forajul nr. 3, pe malul stîng al Pîrîului Ursului la 1 000 m amonte de confluența cu Rîul Bistrița.	12 ore

— ap ele din galeria 18 Nord reprezintă un amestec de ape provenite atît din Pîrîul Leşului cît şi din pîrîul Jgheabul Larg;

— în funcţie de distanţa între punctele de aşteptare şi punctele de marcare se pot determina vitezele de curgere a apelor de infiltraţie pentru fiecare caz în parte;

— prin marcarea apelor Pîrîului Ursului s-a identificat sursa infiltraţiilor de apă din lucrările miniere din orizontul —III Nord.

3. *Determinarea parametrilor de curgere ai apelor subterane (viteză şi direcţie)*

Cunoaşterea parametrilor de curgere a apelor subterane, viteză aparentă, viteză reală şi direcţia locală de curgere prezintă importanţă pentru dezvoltarea lucrărilor miniere în adîncime. Pentru determinarea acestor parametri s-au executat două grupuri de cîte trei foraje cu caracteristicile redate în tabelul 4.

Tabelul 4

Forajul	Adîncimea, m	Grosimea terasei, m	Adîncimea apei, m	Lungimea filtrului, m	Diametrul interior al filtrului, mm
F-2	18,0	4,60	17,45	13,40	72
F-3	20,0	4,60	19,40	13,40	72
F-4	20	4,60	16,45	13,40	72
F-8	20	4,00	16,00	13,00	72
F-9	20,0	4,00	16,00	13,00	72
F-10	20,0	5,00	16,00	12,00	72

Forajele au fost amplasate la circa 50 m de gura galeriei 17 Crucea spre puţul Şarpelui pentru F—2, F—3, F—4 şi la circa 80 m amonte de confluenţa Pîrîului Leşului cu Rîul Bistriţa pe malul stîng pentru F—8, F—9, F—10.

Scopul principal al acestor foraje a fost de a se stabili dacă există o circulaţie de apă în această zonă, în special dinspre Rîul Bistriţa spre zona lucrărilor de deschidere pregătire şi exploatare a rezervelor de substanţe minerale utile din această zonă, precum şi parametrii de curgere în cazul existenţei unei circulaţii.

a. Determinarea vitezei reale de curgere a apelor subterane

a-1. Prin metoda forajelor de observaţie

În general, determinarea vitezei reale de curgere se face prin evaluarea timpului de tranzit între două puncte, metoda fiind cunoscută sub denumirea de metoda forajelor de observaţie.

Pentru determinarea vitezei v, trasorul radioactiv se introduce într-un foraj, urmînd ca detectarea să se facă în alte foraje. Dacă trasorul este introdus în forajul de injecţie la momentul t_1 şi este înregistrat în forajul de observaţie situat pe direcţia de curgere în momentul t_2, atunci viteza de circulaţie a trasorului respectiv a apei subterane (cu respectarea anumitor condiţii) este:

$$v_r = \frac{L}{t_2 - t_1}, \tag{11}$$

în care L este distanţa dintre cele două foraje. Dacă între cele două foraje situate pe direcţia de curgere există un regim de curgere permanent fără nici un aport de apă nemarcată — micşorarea concentraţiei trasorului, în măsura în care nu este reţinut de teren, va fi dată numai de dezintegrarea radionuclidului, adică:

$$\frac{C_2}{C_1} = 2^{-\frac{t}{T_{1/2}}}. \tag{12}$$

În practică trebuie să se ţină seama de fenomenele complexe care conduc la scăderea concentraţiei trasorului.

Dacă printr-un foraj se introduce în apa subterană un trasor avînd activitatea Λ, ca urmare a antrenării acestuia de către apa subterană se realizează următoarea concentraţie după un timp t:

$$C_{(r,\,t)} = \frac{\Lambda}{(4\,D_0\,t)^{3/4}} e^{-\frac{-(r - v_r)^2}{4D_0 t}}, \tag{13}$$

în care r este poziţia razei vectoare pornind din punctul de imersiune în axa forajului, iar D_0 coeficientul de dispersie.

Răspîndirea trasorului în jurul forajului este dependentă de viteza apei subterane. Studiile experimentale au arătat că dispersia trasorului se face în plan într-un unghi sub 30°, de obicei 15°—20°.

a-2. Prin metoda forajului unic

Viteza aparentă de curgere a apelor subterane se determină şi prin metoda forajului unic. Această metodă permite determinarea vitezei aparente prin relaţia:

$$v_a = \frac{r}{4\,t\,p} \ln\left(\frac{I_0}{I}\right), \tag{14}$$

în care:

r este raza forajului;

I_0 şi I — intensitatea iniţială a curentului şi după un timp t;

p — porozitatea efectivă a acviferului.

În situațiile în care înălțimea volumului de măsurare H_0 este mai mare decît lungimea detectorului h_d (situațiile în care nu este posibilă izolarea volumului de măsurare) și anume $H_0 \geqslant 1{,}5\ h_d$, determinarea vitezei aparente se face cu ajutorul relației:

$$v_a = \frac{-\Pi}{2\beta t} \cdot \frac{r^2 H_0 - r_s^2 h_d}{r H_0 - r_s h_d} \ln \frac{R_0}{R}, \qquad (15)$$

unde $\beta = \varphi \dfrac{r}{r - r_s}$

a-3. Calculul vitezei de filtrație

În urma experimentărilor din grupul de foraje din zona galeriei 17 Crucea, s-au obținut următoarele rezultate:

r = 3,8 cm, raza forajului;
r_s = 2,4 cm, raza detectorului;
H_0 = 1 400 cm, înălțimea volumului de măsurare;
h_d = 60 cm, lungimea detectorului;
β = 6,28, coeficient de trecere de la viteza apei în foraj, la viteza aparentă de circulație;
φ = 2,15, coeficient stabilit în funcție de raportul razelor stratului filtrant și al filtrului;
t = 1 min, timpul de măsurare;
R_0 = 426 724 p/min, viteza de numărare la timpul t_1;
R = 28 448 p/min, viteza de numărare la timpul t_2.

Utilizînd formula de calcul de mai sus s-a obținut o valoare a vitezei de filtrație de 37,30 m/zi.

Pentru grupul de foraje din zona confluenței Pîrîului Jgheabul Larg cu Rîul Bistrița s-au obținut următoarele rezultate:

R_0 = 349 548 p/min;
R = 29 120 p/min;
t = 3 min.

Restul parametrilor au fost identici cu cei de la forajele din zona galeriei 17 Crucea.

Utilizînd aceeași formulă a rezultat o valoare a vitezei de filtrație de 10,65 m/zi.

Aceste valori sînt comparabile cu valorile obținute prin metoda forajelor de observație, 38,20 m/zi pentru zona galeriei 17 Crucea și 11,0 m/zi pentru zona forajelor F—8, F—9, F—10.

b. Determinarea direcției locale de curgere

b-1. În zona galeriei 17 Crucea

Folosind datele obținute în experimentările pentru determinarea vitezei de filtrație a apelor subterane din forajele F—2, F—3 și F—4, s-a determinat direcția locală de curgere, aceasta fiind de la F—2 la F—3, adică o direcție paralelă cu direcția de curgere a Rîului Bistrița în această zonă.

b-2. În zona forajelor 8—9—10.

Prin marcarea apei din forajul F—10 nu s-a pus în evidență prezența radionuclidului în forajele F—8 și F—9.

Prin marcarea apei din forajul F—9, nu s-a pus în evidență prezența radionuclidului în forajele F—8 și F—10.

Prin marcarea apei din forajele F—8 s-a pus în evidență prezența radionuclidului în forajul F—10.

Folosind și datele obținute în experimentările pentru determinarea vitezei de filtrație a apelor subterane, prin compararea intensității „norului" radioactiv din forajul de injecție și cel din forajul de așteptare, s-a determinat direcția locală de curgere din această zonă (de la forajul F—8 la forajul F—10), adică spre zona lucrărilor miniere subterane, sub un unghi de circa 45° față de direcția de curgere a rîului Bistrița.

Concluzii

În materialul de față au fost prezentate o parte din cercetările pe care le-am efectuat în domeniul respectiv, deschizînd în acest fel noi căi de investigare cu ajutorul trasorilor radioactivi a diferitelor aspecte cărora nu li s-a găsit un răspuns cert prin metodele clasice.

Prin avantajele pe care le prezintă utilizarea trasorilor radioactivi în studiile hidrogeologice (sensibilitate mare și precizie corespunzătoare) apare ca rațională, în completarea metodelor clasice, utilizarea acestei metode pe o scară cît mai largă în industria minieră.

Colaborarea strînsă între specialiștii care aplică metode clasice de investigare hidrogeologică și specialiștii în metode radiohidrologice, poate contribui la mărirea gradului de cunoaștere, astfel încît informațiile obținute prin aceste metode să conducă la concluzii cu un nivel de încredere sporit.

Bibliografie

[1] Gaşpar, E., Oncescu, M. *Radioactive tracers in hydrology*. Ed. Academiei, 1972.
[2] * * * *Izotopes in Hydrology*. I.A.E.A. Viena, 1974.
[3] Sandru, P., Topa, A. *Radionuclizii*. Ed. Academiei R.S.R., 1968.
[4] Peteu, G.I. *Studii asupra retenției nuclizilor radioactivi la particula minerală în practica operațiilor cu trasori radioactivi la sonde*. Tehnica nucleară nr. 12, 1963, p. 691.
[5] Dinescu, L. *Contribuții la dezvoltarea metodelor nucleare „in situ" folosite în hidrologie*. Teză de doctorat, 1976.
[6] Frost, W., Neumaier, F. *Applicationof single borehole methods groundwater research*. IAEA—SM—182/12 Viena, 1974.
[7] Guizerix, J. et al. *Analyse des informations fournies par les traceurs naturels ou artificiels dans l'étude des systèmes aquifères en hydrogéologie*. IAEA—SM—182/48, Viena 1974.
[8] Léveque, P. Ch. ș.a. *Utilisation des techniques isotopiques pour la resolution de problèmes hydrologiques en génie civil*. IAEA—SM—182/43, Viena.

Procedeu mecanizat de neutralizare a prafului de cărbune cu aparate pentru şistificarea lucrărilor miniere, pe principiul depresiunii

Ing. I. Gâf-Deac şi ing. Al. Blaj
Întreprinderea minieră Lupeni

I. Probleme generale

Operaţiile din mineritul carbonifer cunosc o mecanizare complexă intensivă. În abatajele frontale de mare capacitate se stabilesc corelaţii strînse între parametrii tehnico-funcţionali ai utilajelor şi astfel, tot mai frecvent, datorită debitelor potenţiale mari ale transportoarelor, sînt introduse în exploatare combine cu viteze de avans sporite, deci şi capacitatea de producţie mărită. Aceeaşi tendinţă de mecanizare a operaţiilor de tăiere se manifestă şi în lucrările miniere de înaintare, introducîndu-se combine de mare randament, ceea ce implică viteze mari de avansare.

În acest fel, ritmul de depunere a prafului de cărbune rezultat, în special, de la operaţia de tăiere, precum şi nivelul de prăfuire al lucrărilor miniere subterane, cresc. Reglementările actuale din domeniul protecţiei muncii consideră praf exploziv de cărbune, pulberea cu granulaţie sub 1 mm, provenind din stratele care au un conţinut de peste 10% materii volatile.

Se stabileşte, în mod practic, că granulaţia maximă care intră în categoria prafului de cărbune explozibil este de 0,3 mm, pentru praful de huilă, şi 0,5 mm, pentru praful de cărbune brun; granulaţia fină sub 0,075 mm o are praful fin de cărbune care prezintă pericolul cel mai mare de iniţiere şi întreţinere a fenomenului.

În scopul diminuării posibilităţilor de formare şi depunere a prafului de cărbune instrucţiunile tehnice la normele departamentale de protecţia muncii prevăd cîteva măsuri:

— umezirea masivului de cărbune prin injectarea apei sub presiune în găuri de sondă amplasate funcţie de metoda de exploatare şi de lungimea abatajului;

— fixarea prafului de cărbune prin stropire directă cu apă;

— precipitarea prafului din atmosferă prin pulverizarea apei;

— folosirea burajului cu fiole cu apă la operaţiile de împuşcare;

— captarea prafului din atmosferă cu instalaţii-filtre pe principiul ventilaţiei (desprăfuitoare);

— măsuri care combat explozivitatea prafului de cărbune în suspensie, majorîndu-se conţinutul de materii incombustibile în praful depus, adăugîndu-se praful inert prin operaţia de şistificare. Asigurarea dozării prafului inert, astfel încît să se asigure un conţinut de materii incombustibile în amestecul cu praful de cărbune şi şistifiant de cel puţin 80% la minele grizutoase şi cel puţin 70% la minele negrizutoase se face ţinînd seama că praful inert trebuie să aibă un grad de fineţe cuprins în 0,5—0,075 mm (100% să aibă fineţe sub 0,5 mm şi cel puţin 50% sub 0,075 mm).

Sistificarea în lucrările miniere din subteran este deci o operaţie de importanţă majoră, în contextul asigurării unei siguranţe mărite a muncii şi producţiei, ceea ce impune stabilirea unor procedee mecanizate de productivitate şi eficienţă maximă în realizarea ei.

II. Necesităţi şi tendinţe în şistificarea lucrărilor miniere

Procedeul de neutralizare a prafului de cărbune cu praf inert constă în operaţia de prăfuire a frontului de lucru în strat, precum şi a pereţilor, vetrei şi tavanului lucrării miniere pe o distanţă de minimum 4 m. În cazul perforării-împuşcării frontului măsura se aplică înaintea îndeplinirii acesteia, folosindu-se cel puţin 2 kg praf inert pentru fiecare gaură la minele negrizutoase şi minimum 3 kg pentru minele grizutoase. Neutralizarea prafului de cărbune prin adăugarea prafului inert se execută şi în alte lucrări miniere în care există posibilitatea depunerii acestuia.

Pentru realizarea şistificării există două căi:

— şistificarea manuală, constînd în aruncarea prafului inert, în zonele afectate, procedeu cu randament şi eficienţă scăzută;

— şistificarea cu aparate speciale care să asigure o distribuire uniformă a stratului de praf inert în lucrările miniere respective.

La I.M. Lupeni o perioadă scurtă s-au utilizat aparate de şistificare pe principiul turbionării prafului cu ajutorul aerului comprimat, însă acestea au prezentat cîteva dezavantaje cum sînt:

- colmatarea prafului inert din recipient (rezervor) datorită umidităţii ridicate a aerului comprimat;
- construcţia acestor aparate impune o rezistenţă mărită datorită faptului, că în recipient există, în timpul funcţionării, o presiune egală cu presiunea aerului comprimat preluat din reţea şi care este vehiculat prin conducte;
- gabaritul mare al aparatelor pe principiul turbionării prafului de şistificare cu aer comprimat nu permite lucrul decît în lucrări miniere principale, pe trasee accesibile, nepresionate. Faţă de această situaţie s-a impus

proiectarea şi construirea unor aparate româneşti pe principii noi de funcţionare. Tehnicianul Untea Ioan de la I.M. Lupeni a realizat aceste deziderate şi prototipul executat pe principiul depresiunii cu ejector tip COANDĂ este generalizat, obţinîndu-se rezultate superioare tuturor celorlalte procedee de şistificare utilizate pînă în prezent.

III. Prezentarea aparatului tip UNTEA pentru şistificarea lucrărilor miniere pe principiul depresiunii

1. *Elemente constructive*

Aparatul are o construcţie care cuprinde următoarele componente (fig. 1):

— recipient (rezervor) pentru praf inert *1*, cu o greutate de 5 kg neîncărcat şi 22,5 kg încărcat cu praf pentru şistificare;

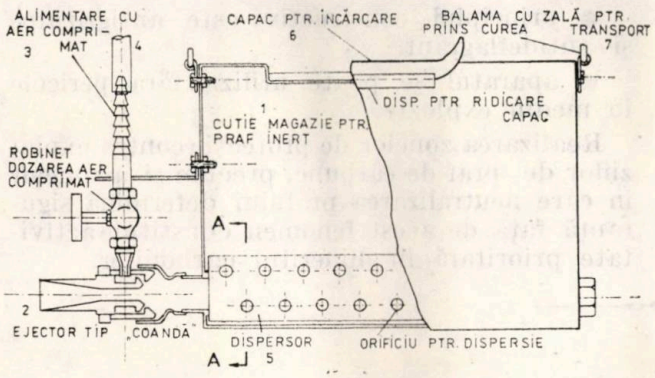


Fig. 1

— ejector tip COANDĂ *2*, confecţionat cel mai frecvent din aluminiu, realizează o depresiune $h = 150$ mm col. H_2O la o presiune a aerului comprimat de 4 atm, fiind prevăzut şi cu o piesă pentru reglarea valorii acesteia;

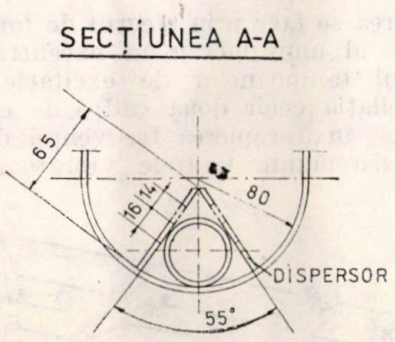


Fig. 2

— capăt metalic pentru alimentarea cu aer comprimat *3* prevăzut cu nervuri pentru fixarea furtunului;

— furtun din cauciuc pînzat *4*, de tip uzual, cu diametrul de 19 mm;

— dispozitiv cu orificii de aspirare *5*, fiind confecţionat din tablă metalică cu grosimea 1 mm, orificiile avînd diametre cuprinse între 10 şi 12 mm.;

— capac rabatabil pentru încărcare *6*, astfel încît să se creeze posibilitatea încărcării aparatului cu praf inert;

— harnaşament *7* confecţionat din cauciuc pînzat cu lăţimea de 30 mm şi grosimea de 6 mm (recondiţionat din deşeuri).

Piesele sînt interschimbabile şi nu necesită tehnologii complicate pentru executarea lor.

2. *Principiul şi modul de funcţionare*

Aparatul tip UNTEA pentru şistificarea lucrărilor miniere funcţionează pe principiul depresiunii realizate de ejectorul COANDĂ, preluînd praful inert din rezervor prin orifi-

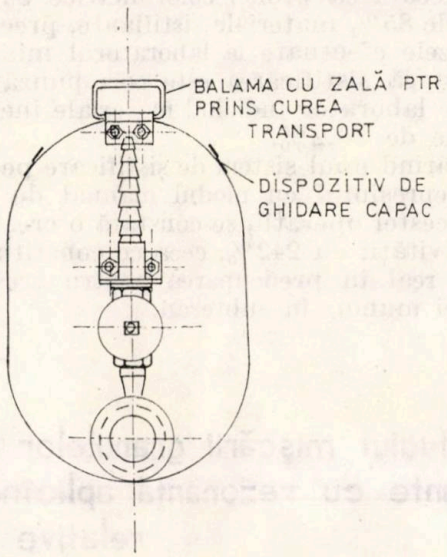


Fig. 3

ciile peretelui metalic perforat, pulverizîndu-l pe suprafaţa lucrărilor miniere pentru neutralizarea prafului exploziv de cărbune. Faţă de sistemele actuale de şistificare, manual sau cu folosirea rezervorului cu praf inert pus în legătură directă cu reţeaua de aer comprimat, aparatul UNTEA prezintă principiul turbionării aerului în cilindrul ejectorului COANDĂ şi absorbţiei prafului inert din rezervorul ataşat.

După încărcarea aparatului cu praf inert se montează furtunul de aer la capătul de alimentare şi se deschide ventilul existent pe conducta de aer comprimat, apoi se deschide ventilul montat pe aparat.

Aparatul este purtat individual cu ajutorul harnaşamentului şi cu un furtun scurt montat pe ejector se pulverizează praful inert pe pereţii lucrării miniere.

În situaţia în care praful inert este pulverizat cu presiune excesivă se reduce aerul comprimat

acționînd ventilul montat pe aparatul de șistificare.

3. *Rezultate și performanțe*

Aparatul de șistificare a lucrărilor miniere pe principiul depresiunii a fost inițial experimentat și actualmente este generalizată utilizarea lui la mina Lupeni.

Pentru o zonă constituită din lucrări miniere orizontale și înclinate, la un profil de 9,5 m² (armare cu elemente TH_5) s-a efectuat șistificarea într-un schimb de 8 ore de către 2 muncitori pe o lungime de 1 600 m, folosindu-se cantitatea de 1 693 kg praf inert. Astfel, în condițiile existenței unei cantități de 0,265 kg praf exploziv de cărbune pe metru de galerie, s-au consumat 1,05 kg praf inert pe metru de galerie șistificată.

La executarea probei colorimetrice cu fiola martor de 85% materiale șistifiante, precum și la analizele efectuate la laboratorul minei s-a constatat că șistificarea este corespunzătoare, proba de laborator indicînd materiale inerte în proporție de 86,2%.

Comparînd noul sistem de șistificare pe principiul depresiunii cu modul manual de realizare a acestei operații, se constată o creștere a productivității cu 242%, ceea ce constituie un avantaj real în preocuparea pentru creșterea eficienței muncii în subteran.

Concluzii

Procedeul mecanizat de șistificare a lucrărilor miniere cu aparate pe principiul depresiunii prezintă avantaje cum sînt:

- se creează posibilitatea distribuirii uniforme a prafului inert pe pereții și vatra lucrărilor miniere;
- acționarea este simplă, nu necesită manevre și instrucțiuni speciale;
- aparatul nu are piese componente în mișcare;
- sînt create premise pentru evitarea aglutinării prafului inert, atît în aparat, cît și pe pereții lucrărilor miniere;
- aparatul poate fi utilizat la stingerea incendiilor la instalațiile electrice, atît în subteran, cît și la suprafață, precum și la lichidarea incendiilor produse de lichide inflamabile.
- principiul constructiv este antigrizutos și antideflagrant.
- aparatul se poate utiliza fără pericole în mediu exploziv.

Realizarea zonelor de protecție contra exploziilor de praf de cărbune, precum și a zonelor în care neutralizarea prafului determină siguranță față de acest fenomen constituie activitate prioritară în mineritul carbonifer.

Studiul mișcării granulelor de substanțe minerale utile pe ciururi vibrante cu rezonanță aplicînd legea fundamentală a dinamicii mișcării relative a punctului material

Prof. dr. doc. ing. **I. Constantinescu**, asist. ing. **R. Sârbu**
Institutul de Mine Petroșani

În ultimul timp, în vederea clasării volumetrice a substanțelor minerale utile se folosesc, din ce în ce mai mult, ciururile vibrante cu rezonanță.

Principalele avantaje ale acestor ciururi sînt productivitate ridicată (de pînă la 150 t/h), consum redus de energie electrică (de cca. 3 ori mai mică față de alte tipuri de ciururi cu performanțe similare), lărgirea diapazonului dimensiunii de separare (ajungînd la 90 mm) etc.

Aceste tipuri de ciururi au fost asimilate în producție la I.P.I.C.C.F. — Harghita, Mierc urea Ciuc [5], unde se realizează tipul CR—6I (fig. 1).

Ciurul cu rezonanță este format din două cadre vibratoare înclinate, legate între ele prin casete cu tampoane de cauciuc și brațe articulate, ceea ce permite realizarea de accelerații și amplitudini mari și, în consecință, un grad de sortare ridicat.

Acționarea se face prin efectul de forță perturbatoare al unui mecanism excentric, prin intermediul tampoanelor de excitație, întreținînd oscilația celor două cadre de cirurruire în antifază, în apropierea frecvenței de rezonanță a sistemului. Cadrele vibratoare osci-

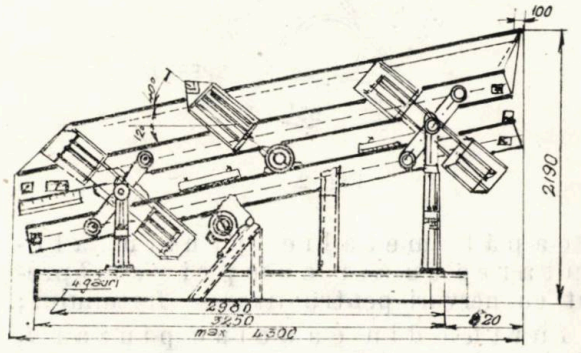


Fig. 1

lează sub un unghi α_1, față de orizontală, în mișcare plan-paralelă. Datorită echilibrării sistemului și oscilării în contrafază a cadrelor vibratoare, nu se transmit vibrații dăunătoare în cadrul de bază și astfel utilajul nu necesită fundație costisitoare, avînd în același timp și o funcționare silențioasă.

Pentru stabilirea regimului de mișcare a stratului de material pe suprafața de dozare, se recurge la modelul matematic simplificat al unei granule ce se mișcă pe sită (fig. 2).

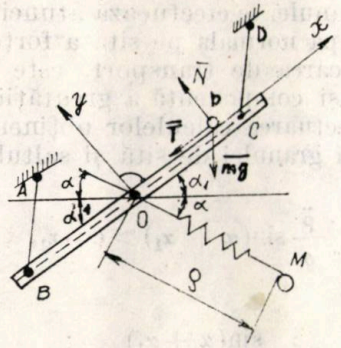


Fig. 2

Se presupune că stratul poate fi înlocuit printr-un punct material P de masă m [3]. Acest punct se află pe sita plană BC ce reprezintă unul din elementele paralelogramului articulat $ABCD$. Deoarece segmentul BC rămîne în orice poziție paralel cu segmentul fix AD, înclinat cu unghiul α_1, față de orizontală, rezultă că sita BC are o mișcare de translație.

Prin urmare, pentru a cunoaște mișcarea sitei este suficient să se cunoască mișcarea unui singur punct al ei. Acesta este punctul O de articulație al sistemului de acționare OM înclinat cu unghul α față de orizontală. Legea mișcării $\rho = \rho(t)$ a punctului M, (deci și a punctului O) este funcție periodică cunoscută de t cu perioada T, numită și funcție de excitație. Mișcarea punctului material se va raporta la sistemul mobil de axe Oxy cu axa Ox pe direcția sitei și Oy perpendiculară pe ea.

În ipoteza că punctul P alunecă pe sită, asupra lui vor acționa greutatea $m\bar{g}$, forța de legătură normală la planul sitei $\bar{N}$ și forța de frecare, avînd mărimea $|\bar{T}|$ și sens opus vitezei. Deoarece se consideră mișcarea relativă a punctului P față de sistemul mobil Oxy, mai trebuie introduse forțele de inerție de transport și Coriolis. Proiecțiile accelerației punctului O pe axe sînt $-\ddot{\rho}(t)\cos(\alpha + \alpha_1)$ și $\ddot{\rho}(t)\sin(\alpha + \alpha_1)$, ceea ce înseamnă că proiecțiile forței de inerție de transport vor fi $m\ddot{\rho}(t)\cos(\alpha + \alpha_1)$ și $-m\ddot{\rho}(t)\sin(\alpha + \alpha_1)$. Forța inerțială Coriolis este nulă deoarece mișcarea de transport este de translație [3].

Ecuațiile diferențiale ale mișcării relative a punctului se pot scrie:

$$\begin{cases} m\ddot{x} = m\ddot{\rho}(t)\cos(\alpha + \alpha_1) - mg\sin\alpha_1 - T \\ m\ddot{y} = -m\ddot{\rho}(t)\sin(\alpha + \alpha_1) - mg\cos\alpha_1 + N. \end{cases} \quad (1)$$

Contactul între punct și sită se menține numai dacă este satisfăcută condiția $N \geqslant 0$. Din a doua ecuație (1), după ce s-a făcut $y = 0$, rezultă:

$$N = m[\ddot{\rho}(t)\sin(\alpha + \alpha_1) + g\cos\alpha]. \quad (2)$$

Astfel, condiția necesară ca punctul să rămînă pe sită este:

$$\ddot{\rho}(t)\sin(\alpha + \alpha_1) \geqslant -g\cos\alpha_1, \quad (3)$$

desprinderea putînd să aibă loc în momentul cînd avem semnul egal.

Dacă se notează cu φ unghiul de frecare la alunecare atunci, conform legilor frecării ale lui Coulumb, avem:

$$T \leqslant N\operatorname{tg}\varphi, \quad (4)$$

sau:

$$T \leqslant \operatorname{tg}\varphi[\ddot{\rho}(t)\sin(\alpha + \alpha_1) + g\cos\alpha_1]. \quad (5)$$

În cazul echilibrului relativ al granulei pe sită, forța de frecare $|\bar{T}|$ satisface inegalitatea de mai sus și numai în situație limită de echilibru avem egalitate. Ecuația de echilibru a granulei se obține din prima ecuație de la (1) făcînd $\ddot{x} = 0$.

● Pentru situația limită de echilibru cu tendința de mișcare în sensul $\dot{x} > 0$, mișcare care se efectuează numai pentru viteza relativă pozitivă, se găsește condiția:

$$\ddot{\rho}(t) - g\frac{\sin(\alpha_1 + \varphi)}{\cos(\alpha + \alpha_1 + \varphi)} \leqslant 0. \quad (6)$$

● Pentru situația limită de echilibru cu tendința de mișcare spre $\dot{x} < 0$, care se efectuează numai pentru viteza relativă negativă, se găsește condiția:

$$\ddot{\rho}(t) - g\frac{\sin(\alpha_1 - \varphi)}{\cos(\alpha + \alpha_1 - \varphi)} \geqslant 0. \quad (7)$$

În cazul cînd inegalitățile de mai sus nu mai sînt satisfăcute, granulele alunecă pe plan, iar forța de frecare de alunecare $|\bar{T}|$ ajunge la valoarea sa maximă.

Din cele de mai sus putem deduce ecuația diferențială a mișcării de alunecare a granulei în sensul $\dot{x} > 0$, mișcare care se efectuează numai pentru viteza relativă $\dot{x} > 0$, care este:

$$\ddot{x} = \ddot{\rho}(t) - g\frac{\sin(\alpha_1 + \varphi)}{\cos(\alpha + \alpha_1 + \varphi)}. \quad (8)$$

În mod analog se obține ecuația diferențială a mișcării de alunecare în sensul $\dot{x} < 0$, care este:

$$\ddot{x} = \ddot{\rho}(t) - g\frac{\sin(\alpha_1 - \varphi)}{\cos(\alpha + \alpha_1 - \varphi)}. \qquad (9)$$

Dacă nu este îndeplinită condiția (3), atunci punctul se desprinde de pe sită și se mișcă liber. Ecuațiile diferențiale ale mișcării libere se obțin din ecuațiile (1) făcînd $N = 0$ și $T = 0$.

Pentru mișcarea punctului pe sită se găsesc ecuațiile diferențiale:

$$\begin{cases} \ddot{x} = \ddot{\rho}(t)\cos(\alpha + \alpha_1) - g\sin\alpha_1 \\ \ddot{y} = -\ddot{\rho}(t)\sin(\alpha + \alpha_1) - g\cos\alpha_1. \end{cases} \qquad (10)$$

Mișcarea liberă a punctului poate fi descompusă în două componente: componenta perpendiculară pe sită ce se studiază cu coordonata y sau, mai simplu, mișcarea transversală, ceea ce determină caracterul mișcării; componenta reprezentată prin coordonata x, adică mișcarea longitudinală, ne dă deplasarea punctului de-a lungul sitei [3].

Cele două mișcări componente, transversală și longitudinală, se pot studia separat, deoarece fiecare din ecuațiile (10) conțin numai cîte una din funcțiile necunoscute.

În cazul vibrării liniare, cînd suprafața de clasare este înclinată cu unghiul α_1, iar forța de inerție în mișcarea de transport este înclinată cu unghiul α față de orizontală, condiția de deplasare a granulei pe suprafața de clasare este:

$$F'_{tx} + G'_x > T'_x, \qquad (11)$$

unde:

F'_{tx} este componenta forței de inerție în mișcarea de transport după direcția sitei (axa Ox);

G'_x — componenta greutății granulei după aceeași direcție;

T'_x — componenta forței de frecare la alunecare după aceeași direcție.

Relația de mai sus, după înlocuirea componentelor celor trei forțe și efectuarea calculelor, devine:

$$\frac{\ddot{\rho}}{g}\cdot\frac{\cos(\alpha + \alpha_1) + \operatorname{tg}\varphi\sin(\alpha + \alpha_1)}{\operatorname{tg}\varphi\cos\alpha_1 - \sin\alpha_1} > 1,$$

sau:

$$\frac{\ddot{\rho}}{g}\cdot\frac{\cos(\alpha + \alpha_1 - \varphi)}{\sin(\alpha_1 - \varphi)} > 1. \qquad (12)$$

În cazul vibrării circulare, cînd suprafața de clasare are o mișcare periodică, liniară, armonică după legea:

$$\rho = r\sin\omega t;\ \dot{\rho} = r\omega\cos\omega t;\ \ddot{\rho} = -r\omega^2\sin\omega t,$$

obținem, după înlocuirea valorii maxime a accelerației în condiția de deplasare:

$$X_1 = \frac{r\omega^2}{g}\cdot\frac{\cos(\alpha + \alpha_1) + \operatorname{tg}\varphi\sin(\alpha + \alpha_1)}{\operatorname{tg}\varphi\cos\alpha_1 - \sin\alpha_1} > 1,$$

sau:

$$\frac{r\omega^2}{g}\cdot\frac{\cos(\alpha + \alpha_1 - \varphi)}{\sin(\alpha_1 - \varphi)} > 1, \qquad (13)$$

X_1 purtînd numele de „indicator de deplasare" [4].

Saltul granulei se efectuează atunci cînd componenta după normala pe sită a forței de inerție, în mișcarea de transport, este mai mare decît aceeași componentă a greutății granulei.

După efectuarea calculelor obținem condiția desprinderii granulei de sită și saltul ei.

$$\frac{\ddot{\rho}}{g}\sin(\alpha + \alpha_1) > \cos\alpha_1,$$

sau:

$$\frac{\ddot{\rho}}{g}\cdot\frac{\sin(\alpha + \alpha_1)}{\cos\alpha_1} > , \qquad (14)$$

$$\frac{r\omega^2}{g}\cdot\frac{\sin(\alpha + \alpha_1)}{\cos\alpha_1} = X_L > 1. \qquad (15)$$

X_L purtînd numele de „indicator de salt" [4].

Înlocuind în cea de-a doua inegalitate de la (13) și (14) pe $\omega = \frac{\pi n}{30}$, rezultă valoarea minimă a numărului de rotații pe minut ale axului excentric:

$$n \geqslant 30\sqrt{\frac{\sin(\varphi - \alpha_1)}{r\cos(\alpha + \alpha_1 - \varphi)}}, \qquad (16)$$

respectiv:

$$n \geqslant 30\sqrt{\frac{\cos\alpha_1}{r\sin(\alpha + \alpha_1)}}.$$

Cea mai mică valoare a accelerației rezultă din condițiile de deplasare a granulei și din cea a saltului ei. După efectuarea calculelor, se găsește $\ddot{\rho}_1 < \ddot{\rho}_2$. Deci, pentru o anumită valoare a accelerației $r\omega^2$, are loc deplasarea granulei pe sită, iar după ce este depășită valoarea ei, care rezultă din condiția de salt, granula se va mișca în salturi, cu toate că în anumite momente ale ciclului va apărea și deplasarea [4].

Vom studia, în continuare, regimurile posibile de mișcare ale granulei pe un ciur cu rezonanță, care depind de modul în care se realizează antrenarea sitei [funcția $\rho(t)$] și de unghiul α. Este necesar deci să se găsească condițiile de existență ale celor mai potrivite mișcări ale granulelor pe sită [3].

Pentru determinarea regimurilor de mișcare se va folosi mărimea $\lambda(t) = \frac{\ddot{\rho}(t)}{g}$, ceea ce caracterizează regimul cinematic de mișcare al sitei. Unghiul α se consideră că variază între $(-\pi; \pi)$, iar α_1 și φ sînt constante cunoscute; $\alpha_1 < \varphi$, ceea ce înseamnă că granula aflată pe suprafața sitei nu se deplasează în jos sub acțiunea greutății.

Pentru stabilirea condițiilor de existență ale diferitelor regimuri de mișcare, se vor folosi mărimile:

$$\lambda_1 = \frac{\sin(\alpha_1 + \varphi)}{\cos(\alpha + \alpha_1 + \varphi)}, \tag{17}$$

$$\lambda_2 = \frac{\sin(\alpha_1 - \varphi)}{\cos(\alpha + \alpha_1 - \varphi)}. \tag{18}$$

S-au reprezentat grafic curbele de ecuații:

$$\lambda_1 = \lambda_1(t), \tag{19}$$

$$\lambda_2 = \lambda_2(t). \tag{20}$$

Prima curbă, definită de ecuația (27), are asimptotele verticale:

$$\alpha_1' = \frac{\pi}{2} - \alpha_1 - \varphi,$$

și: (21)

$$\alpha_2' = -\frac{\pi}{2} - \alpha_1 - \varphi,$$

ce rezultă din rezolvarea ecuației:

$$\cos(\alpha + \alpha_1 + \varphi) = \cos\left(\pm\frac{\pi}{2}\right).$$

Între aceste asimptote se află ramura λ_1 pozitivă, iar în exterior ramurile λ_1 negative; se determină valoarea minimă a acestei funcții care se găsește pentru $\alpha = -\alpha_1 - \varphi$. Această valoare minimă este:

$$\lambda_1(-\alpha_1 - \varphi) = \sin(\alpha_1 + \varphi). \tag{22}$$

Valoarea maximă a funcției λ_1 se găsește pentru:

$$\alpha = \pi - \alpha_1 - \varphi. \tag{23}$$

Valoarea maximă a funcției este:

$$\lambda_1(\pi - \alpha_1 - \varphi) = -\sin(\alpha_1 + \varphi). \tag{24}$$

Asemănător pentru curba dată de ecuația:

$$\lambda_2 = \frac{\sin(\alpha_1 - \varphi)}{\cos(\alpha + \alpha_1 - \varphi)}, \tag{25}$$

se găsesc asimptotele:

$$\alpha_1'' = \frac{\pi}{2} - \alpha_1 + \varphi,$$

și:

$$\alpha_2'' = -\frac{\pi}{2} - \alpha_1 + \varphi. \tag{26}$$

Între aceste asimptote se află ramura $\lambda_2 < 0$, iar în exterior $\lambda_2 > 0$. Valorile extreme ale funcției λ_2 vor fi:

$$\lambda_2(-\alpha + \varphi) = \sin(\alpha - \varphi)$$

și:

$$\lambda_2(\pi - \alpha + \varphi) = \sin(\varphi - \alpha) \tag{27}$$

Pentru stabilirea condițiilor de desprindere a granulelor de pe planul înclinat se va considera curba a cărei ecuație este:

$$\lambda_0 = \frac{\cos\alpha_1}{\sin(\alpha + \alpha_1)}. \tag{28}$$

Ecuația acestei curbe se obține din a doua ecuație (10) în care se face $\ddot{y} = 0$. Asimptotele acestei curbe vor fi:

$$\alpha_1^0 = \pi - \alpha_1 \text{ și } \alpha_2^0 = -\alpha_1. \tag{29}$$

Valorile maximă și minimă ale acestei funcții vor fi:

$$\lambda_0\left(\frac{\pi}{2} - \alpha\right) = -\cos\alpha$$

și:

$$\lambda_0\left(-\frac{\pi}{2} - \alpha\right) = \cos\alpha. \tag{30}$$

Aceste trei curbe se intersectează în două puncte de coordonate:

$$A\left(-\frac{\pi}{2}, 1\right)$$

și:

$$B_1\left(\frac{\pi}{2}, -1\right).$$

Studiem, în continuare, valorile extreme ale mărimii λ. Această funcție trebuie să satisfacă inegalitățile:

$$\lambda_{min} \leqslant \lambda \leqslant \lambda_{Max}. \tag{31}$$

Găsim în continuare condițiile necesare pentru ca o granulă să rămînă în echilibru pe planul sitei [3].

• Granula nu va aluneca în sensul $\dot{x} > 0$, mişcare care se efectuează numai pentru viteza relativă pozitivă, dacă este îndeplinită condiţia :

$$\ddot{\rho}(t) - g\frac{\sin(\alpha_1 + \varphi)}{\cos(\alpha + \alpha_1 + \varphi)} \leqslant 0,$$

din care, după calcule, rezultă :

pentru : $\alpha_1 > 0$, $\lambda_{Max} \leqslant \lambda_1$ (32)

sau :

pentru : $\lambda_1 < 0$, $\lambda_{Max} \geqslant \lambda_1$.

Dacă nu este îndeplinită nici una din aceste inegalităţi, granula se deplasează pe planul sitei în sensul pozitiv al axei Ox, deci condiţiile pentru existenţa mişcărilor cu lunecare în sus vor fi :

pentru : $\lambda_1 > 0$, $\lambda_{Max} > \lambda_1$,

sau : (33)

pentru : $\lambda_1 < 0$, $\lambda_{min} < \lambda_1$.

• Granula are tendinţa de mişcare în sensul $\dot{x} < 0$, care se efectuează numai pentru viteza relativă negativă, dacă este îndeplinită condiţia :

$$\ddot{\rho}(t) - g\frac{\sin(\alpha_1 - \varphi)}{\cos(\alpha + \alpha_1 - \varphi)} \geqslant 0,$$

din care, după calcule, rezultă :

pentru : $\lambda_2 > 0$, $\lambda_{Max} \leqslant \lambda_2$,

sau : (34)

pentru : $\lambda_2 > 0$, $\lambda_{min} \geqslant \lambda_2$.

Dacă nu este îndeplinită nici una din aceste inegalităţi, granula se deplasează în sensul negativ al axei Ox.

Deci condiţiile pentru existenţa mişcărilor cu alunecare în jos pe planul sitei vor fi :

pentru : $\lambda_2 > 0$, $\lambda_{Max} > \lambda_2$,

sau : (35)

pentru : $\lambda_2 < 0$, $\lambda_{min} < \lambda_2$.

Cele două mişcări ale granulei în contact cu planul sitei, prezentate mai sus, se realizează numai dacă este îndeplinită şi condiţia dată prin inegalitatea (3). Din această condiţie se obţine :

pentru : $\lambda_0 > 0$, $\lambda_{Max} \leqslant \lambda_0$,

sau : (36)

pentru : $\lambda_2 < 0$, $\lambda_{min} \geqslant \lambda_0$.

Granula se desprinde de pe sită şi se mişcă liber, în momentul în care nu mai este satisfăcută condiţia $\frac{\lambda}{\lambda_0} \leqslant 1$. De aici rezultă că pentru a avea mişcări cu desprindere trebuie ca :

pentru : $\lambda_0 < 0$, $\lambda_{Max} > \lambda_0$,

sau : (37)

pentru : $\lambda_0 > 0$, $\lambda_{min} < \lambda_0$.

Reprezentările grafice ale acestor funcţii sînt redate în figura 3.

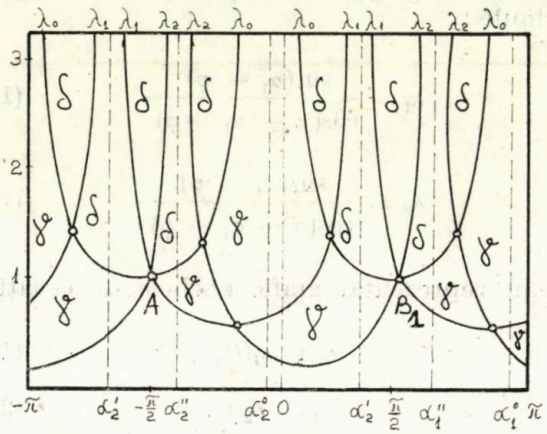


Fig. 3

Din cele de mai sus rezultă următoarele constatări.

Regimurile de mişcare se pot afla cu ajutorul mărimilor λ_{Max} şi λ_{min}, caracteristice excitării. Condiţiile necesare echilibrului sînt : $\lambda_{Max} < 0$ sau $\lambda_{min} > 0$.

Pentru a separa regimurile de mişcare este suficient să se studieze numai valorile $\lambda_{Max} > 0$, situate deasupra axei $O\alpha$ şi $\lambda_{min} < 0$ situate dedesubtul aceleeaşi axe.

Regimurile de mişcare ale granulei fără desprindere de planul sitei se notează prin γ, iar cele cu desprindere se notează prin δ [3].

Cercetarea regimurilor optime de mişcare ale granulei pe sită se poate face împărţind intervalul $(-\pi, \pi)$ de variaţie a unghiului α de înclinare a forţei de inerţie, în mişcarea de transport, în următoarele subintervale :

$$-\pi < \alpha < \alpha_2'; \quad \alpha_2' < \alpha < -\frac{\pi}{2};$$

$$-\frac{\pi}{2} < \alpha < \alpha_2''; \quad \alpha_2'' < \alpha < \alpha_2^0; \quad \alpha_2^0 < \alpha < \alpha_2';$$

$$\alpha_2' < \alpha < \frac{\pi}{2}; \quad \frac{\pi}{2} < \alpha < \alpha_1'';$$

$$\alpha_1'' < \alpha < \alpha_1^0; \quad \alpha_1^0 < \alpha < \pi$$

Pentru excitaţia armonică se va considera $\lambda_{Max} = -\lambda_{min} > 0$. Toată discuţia se poate

rezuma numai la semiplanul superior $\lambda_{Max} > 0$, aşa cum se arată în figura 3, unde s-au determinat domeniile de existenţă ale regimurilor de mişcare.

Bibliografie

[1] Constantinescu, I., Bolog, C. *Mecanica*. Ed. didactică şi pedagogică, Bucureşti, 1979.

[2] Constantinescu, I., Darabont, Al., Mereţ, N. *Mecanica maşinilor şi instalaţiilor miniere şi de preparare*. Ed. tehnică, vol. II, Bucureşti, 1978.

[3] Brîndeu, L. *Mecanica*, vol. II — *Dinamica*. Litografia Institutului Politehnic Timişoara, 1975.

[4] Crăescu, I. *Operaţii de clasare volumetrică*. Litografia Institutului de Mine Petroşani, 1982.

[5] * * * *Utilaje şi tehnologii noi de extragere şi prelucrare a substanţelor minerale utile* — Simpozionul I.P.I.C.C.F. Harghita, Miercurea Ciuc, 1981.

Optimizarea multicriterială cu aplicaţii în industria minieră

Asist. matem. **I. Mitran**
Institutul de Mine Petroşani

Generalităţi

Deciziile multicriteriale au început să reprezinte o preocupare deosebită abia după 1960, cînd s-au dezvoltat cîteva direcţii de abordare a optimalităţii multicriteriale.

Faptul că astfel de preocupări au apărut atît de tîrziu dovedeşte, în primul rînd, dificultatea abordării unor asemenea direcţii; în al doilea rînd, o serie de modele ale cercetării operaţionale, îndeosebi cele liniare, au dovedit, fie că nu pot fi aplicate în probleme tehnico-economice din cauza complexităţii fenomenelor ce trebuie modelate (şi care în marea majoritate a cazurilor nu conduc la modele liniare), fie că modelele matematice ale diferitelor fenomene au caracter dinamic şi deci nu se punea problema înlocuirii cu modele într-o singură etapă.

Modelul general al unei probleme de optimizare matematică multicriterială este următorul:

$$max(min)\ F_h(x_1, x_2, \ldots, x_n),\ h = \overline{1, r}$$

$$(*)\begin{cases} g_1(x_1, x_2, \ldots, x_n) \leqslant a_1 \\ g_2(x_1, x_2, \ldots, x_n) \geqslant a_2 \\ \vdots \\ g_m(x_1, x_2, \ldots, x_n) = a_m \\ x_i \geqslant 0,\ i = \overline{1, n} \end{cases}$$

Am considerat că există r funcţii-obiectiv, iar în cadrul restricţiilor avem, atît egalităţi, cît şi inegalităţi.

Matematic, soluţia unei astfel de probleme înseamnă determinarea unui vector n-dimensional $x^* = (x_1^*, x_2^*, \ldots, x_n^*)$ din domeniul D definit de mulţimea soluţiilor restricţiilor (*), astfel încît vectorul $(y_1^*, y_2^*, \ldots, y_r^*)$ să fie „optim" dintr-un anumit punct de vedere; am notat

$$y_i^* = F_i(x_1^*, x_2^*, \ldots, x_n^*),\ i = \overline{1, r}.$$

În acest cadru general problema optimizării matematice după criterii multiple s-a dovedit a fi extrem de săracă în rezultate.

În schimb, în cazul în care, atît restricţiile, cît şi funcţiile-obiectiv sînt liniare (optimizarea liniară multicriterială) rezultatele sînt numeroase, fără a conferi însă acestei teorii un caracter unitar.

Există multe puncte de vedere, dintre care vom evidenţia, în cele ce urmează, pe cele ce ni s-au părut mai semnificative.

Metoda ponderării criteriilor

Atribuind fiecărui criteriu de optimalitate $F_h(x)$ un coeficient de importanţă P_h, $h = \overline{1, r}$, problema optimizării liniare multicriteriale se reduce la o problemă de optimizare liniară cu o singură funcţie-obiectiv dată de:

$$F(x) = \sum_{i=1}^{r} p_i F_i(x),\quad p_i \geqslant 0,\quad \sum_{i=1}^{r} p_i = 1.$$

Să observăm că această metodă poate fi aplicată şi în cazul în care funcţiile obiectiv sau restricţiile (sau şi unele şi altele) nu sînt liniare; sîntem conduşi în acest caz la o problemă de optimizare neliniară.

Determinarea punctelor eficiente

Un punct eficient este orice punct $x_0 \in D$ cu proprietatea că nu există nici un punct $x \in D$, astfel încît:

$$F_k(x) \geqslant F_k(x_0),\ k = 1, r,$$

şi pentru cel puţin un indice k_0, avem:

$$F_{k_0}(x) > F_{k_0}(x_0).$$

Contribuţii serioase privind determinarea punctelor eficiente au adus şi matematicienii

români I. Marusciac și M. Rădulescu, care au stabilit [3] un algoritm de determinare a mulțimii punctelor de eficiență, pornind de la orice punct inițial din D.

Metodele POP și STEM

Aceste metode se încadrează într-o viziune nouă de abordare a problemelor de optimizare liniară multicriterială și care presupune, fie transformarea în restricții a soluțiilor optime obținute în urma rezolvării problemei cu $r - k$, $k < r$ criterii și apoi reoptimizarea după criteriile rămase neutilizate, fie, atît ponderării funcțiilor-criteriu, cît și reoptimizării în urma transformării în restricții a soluțiilor optime obținute după anumite criterii.

Metoda POP constă în următoarele:

— se rezolvă cele r probleme de optimizare liniară obținîndu-se cele r soluții (ca vectori de n componente);

— se determină soluția medie;

— fixîndu-se două valori limită α și β, are loc un procedeu de eliminare a soluțiilor prin calculul a două valori α^* și β^*, care se compară cu valorile-limită fixate și se elimină soluțiile pentru care $\alpha^* < \alpha$, $\beta^* > \beta$; urmează o nouă reoptimizare după care are loc eliminarea altor soluții etc...

Metoda STEM este o extensie a metodei POP și, comparativ cu metoda precedentă, prezintă mari facilități în utilizare; această metodă cere decidentului minimul de informație și-i oferă acestuia posibilitatea de dirijare a procesului de găsire a soluțiilor prin alternarea etapelor de calcul cu cele de decizie.

Nu insistăm asupra acestei metode întrucît este cunoscută din literatura de specialitate [1] și deci prezentarea ei n-ar conferi elemente de noutate.

Metoda utilității globale

Aceasta are la bază aditivitatea funcțiilor-criteriu, fără însă a folosi metoda ponderării.

Mai precis, să considerăm următoarea problemă de optimizare liniară multicriterială:

$$\begin{cases} max(min)\ F_h(x_1, x_2, \ldots, x_n) = \sum_{j=1}^{n} C_{hj} x_j, \quad h = \overline{1, r} \\ AX \leqslant b \\ X \geqslant 0,\ X(x_1, x_2, \ldots, x_n) \end{cases}$$

Se rezolvă un set de $2r$ probleme de optimizare liniară, cîte două probleme pentru fiecare funcție-obiectiv; anume, pentru fiecare $h=1,r$ se rezolvă cuplul de probleme:

$$\begin{cases} max(min)\ F_h(x_1, x_2, \ldots, x_n) \\ AX \leqslant b \\ X \geqslant 0 \end{cases} \quad a)$$

$$\begin{cases} -max(min)\ (-F) \\ AX \leqslant B \\ X \geqslant 0 \end{cases} \quad b)$$

obținîndu-se două soluții: soluția optimă, corespunzătoare tipului de problemă de rezolvat (maxim sau minim), și soluția pessimă, corespunzătoare problemei notată cu b), în cazul nostru.

Vom nota $X_1, X_2, \ldots, X_r$ soluțiile problemelor a) și cu $Y_1, Y_2, \ldots, Y_r$ soluțiile problemei b); de asemenea, vom nota $u(X_h)$, $u(Y_h)$, $h = \overline{1, r}$ utilitățile atașate celor $2r$ soluții găsite.

Transformarea funcțiilor-obiectiv F_h, $h = \overline{1, r}$ în funcții utilitate se face în baza relațiilor:

$$u(F_h) = \sum_{j=1}^{n} \alpha_h C_{hj}\ x_i, \quad h = \overline{1, r},$$

unde:

α_h, $h = \overline{1, r}$ sînt soluții ale sistemului

$$\begin{cases} \alpha_h X_h + \beta_h = u(X_h) \\ \alpha_h Y_h + \beta_h = u(Y_h), \quad h = \overline{1, r} \end{cases}$$

(să observăm, de asemenea, că acest sistem are în afara soluțiilor α_h, $h = \overline{1, r}$ și soluțiile β_h, $h = \overline{1, r}$).

Notînd $u(F_h) = G_h$, $h = \overline{1, r}$ și rezolvînd r probleme de optimizare liniară:

$$\begin{aligned} &\text{optim}\ G_h(x_1, x_2, \ldots, x_n),\ h = 1, r \\ &AX \leqslant b \\ &X \geqslant 0, \end{aligned} \quad c)$$

obținem aceleași soluții ca și în cazul rezolvării problemelor a); utilitățile soluțiilor găsite vor diferi însă de cele ale soluțiilor problemelor a) printr-un anumit coeficient corector.

Mai precis, notînd X'_h soluțiile problemei c), $h = \overline{1, r}$, avem:

$$u(X'_h) = u(X_h) - \beta_h, \quad h = \overline{1, r}.$$

În cazul aditivității utilităților, notînd:

$$F^*(x_1, x_2, \ldots, x_n) = \sum_{i=1}^{r} F_i(x_1, x_2, \ldots, x_n),$$

sîntem conduşi la următoarea problemă de optimizare liniară :

$$\begin{cases} \text{optim } u(F^*(x)) = \sum_{h=1}^{r} \sum_{j=1}^{n} \alpha_h C_{hj} x_j \\ AX \leqslant b \\ X \geqslant 0 \end{cases}$$

Notînd $X^*=(x_1^*, x_2^*, \ldots, x_n^*)$ soluţia acestei probleme, utilitatea globală maximă va fi :

$$u(X^*) = \sum_{h=1}^{r} u(X_h) = \sum_{h=1}^{r} u(X_h') + \beta_h$$

unde $\sum_{h=1}^{r} u(X_h')$ este obţinut prin înlocuirea soluţiei X^* în $u(F^*(x))$.

Aplicaţie

O întreprindere minieră dispune de trei sectoare productive s_1, s_2, s_3 a căror producţie (cărbune) este depozitată în cinci silozuri notate S_i, $i = \overline{1,5}$. Producţia de cărbune transportat pe bandă, costul unitar, precum şi repartizarea la silozurile S_i, $i = \overline{1,5}$ a producţiei celor trei sectoare ce se transportă pe bandă sînt redate în tabelul 1.

Tabelul 1

Producţia sectoarelor	U.M.	Producţia însilozată					
		S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	S_6
D_1	Sute mii tone	0,1	—	—	0,05	—	—
D_2	Sute mii tone	—	0,7	0,02	0,3	1	—
D_3	Sute mii tone	0,8	0,05	0,06	0,3	—	—
Producţia transportată la silozuri	Unităţi producţie/ capacitatea siloz = = 21,2	3,5	2	0,7	3	4	8
Cost	milioane/sute mii tone	25	2	1,6	6	10	12

Se cere îmbunătăţirea sistemului de transport pe bandă existent astfel încît :

- să se maximizeze producţia de cărbune transportat ;
- să seminimizeze costul total.

Problema va fi rezolvată în două feluri :

— ponderînd cele două criterii luate în considerare cu ponderile $p_1 = 0,6$; $p_2 = 0,4$;

— prin metoda utilităţii globale.

Rezolvare

Sîntem conduşi la următoarea problemă de optimizare liniară multicriterială :

$$\begin{aligned} &max(F_1 = 3x_1 + 2x_2 + x_3 + 4x_4 + 6x_5) \\ &min(F_2 = 2x_1 + 3x_2 + 4x_3 + x_4 + 4x_5) \\ &0,4x_1 + 0,3x_3 + 0,3x_5 \leqslant 0,12 \\ &0,4x_2 + 0,2x_4 + 0,3x_5 \leqslant 0,15 \\ &0,3x_1 + 0,1x_2 + 0,3x_3 + 0,3x_4 \leqslant 0,18 \\ &x_i \geqslant i,\ i = \overline{1,5}. \end{aligned}$$

1. Ţinînd seama că $min\ (F_2 = 2x_1 + 3x_2 + 4x_3 + x_4 + 4x_5) = max\ (-F_2 = -2x_1 - 3x_2 - 4x_3 - x_4 - 4x_5)$ şi de ponderile asociate funcţiilor-obiectiv F_1 şi F_2 sîntem conduşi la următoarea problemă :

$$max\,(p_1F_1 - p_2F_2) = max\ (x_1 - x_3 + 2x_4 + 2x_5)$$

$$\begin{cases} 4x_1 + 3x_3 + 3x_5 + x_6 = 12 \\ 4x_2 + 2x_4 + 3x_5 + x_7 = 15 \\ 3x_1 + x_2 + 3x_3 + x_4 + x_8 = 18 \\ x_i \geqslant 0,\quad i = \overline{1,8}. \end{cases} \qquad (*)$$

Rezolvînd această problemă cu ajutorul algoritmului Simplex, obţinem soluţia optimă :

$$x_1 = 3\,; \quad x_4 = \frac{15}{2}\,; \quad x_2 = x_3 = x_5 = 0$$

$$F_1\left(3, 0, 0, \frac{15}{2}, 0\right) = 39\,; \quad F_2\left(3, 0, 0, \frac{15}{2}, 0\right) = \frac{27}{2}$$

$$max\left[0, 6F_1\left(3, 0, 0, \frac{15}{2}, 0\right) - 0,4F_2\left(3, 0, 0, \frac{15}{2}, 0\right)\right] = 18.$$

2. Rezolvăm patru probleme de optimizare liniară, cîte două pentru fiecare funcţie-obiectiv. Mai precis, în contextul restricţiilor (*) vom rezolva problemele :

1) $max(F_1 = 3x_1 + 2x_2 + x_3 + 4x_4 + 6x_5)$

2) $min(F_2 = 2x_1 + 3x_2 + 4x_3 + x_4 + 4x_5)$

3) $-max(-F_1 = -3x_1 - 2x_2 - x_3 - 4x_4 - 6x_5)$

4) $-min(-F_2 = -2x_1 - 3x_2 - 4x_3 - x_4 - 4x_5)$.

Soluţiile acestor probleme sînt :

$$S_1 = \left(x_1 = 3\,;\ x_2 = x_3 = 0\,;\ x_4 = \frac{15}{2}\,;\ x_5 = 0\right)$$

$$S_2 = \left(x_1 = 3\,;\ x_2 = x_3 = 0\,;\ x_4 = \frac{15}{2}\,;\ x_5 = 0\right)$$

$$S_3 = (x_1 = x_2 = x_3 = x_4 = x_5 = 0)$$

$$S_4 = \left(x_1 = 0;\ x_2 = \frac{15}{4};\ x_3 = 4;\ x_4 = x_5 = 0\right).$$

Corespunzător, avem:

$$X_1 = F_1\left(3,\ 0,\ 0,\ \frac{15}{2},\ 0\right) = 39;$$

$$Y_1 = F_1(0,\ 0,\ 0,\ 0,\ 0) = 0;$$

$$X_2 = F_2\left(3,\ 0,\ 0,\ \frac{15}{2}\ 0\right) = \frac{27}{2};$$

$$Y_2 = F_2\left(0,\ \frac{15}{4},\ 4,\ 0,\ 0\right) = \frac{109}{4}.$$

Estimarea utilităţilor este dată în tabelul 2.

Tabelul 2

Valorile funcţiilor de eficienţă	5,182	2,960	0,578	10,005	2,038	2,134
Utilităţi	0,9	1	0,9	0	0,5	0,5

Rezolvînd sistemele liniare:

$$\begin{cases} 39a_1 + b_1 = 24{,}4 \\ 0 \cdot a_1 + b_1 = 1 \end{cases} \qquad \begin{cases} \frac{27}{2} a_2 + b_2 = 0{,}5 \\ \frac{109}{4} a_2 + b_2 = 6, \end{cases}$$

se obţin soluţiile:

$$a_1 = 0{,}6 \qquad b_1 = 1$$
$$a_2 = 0{,}4 \qquad b_2 = -4{,}9.$$

Construim funcţia-obiectiv:

$$F = a_1 F_1 - a_2 F_2$$

Rezolvînd problema de optimizare liniară definită de sistemul (*) şi funcţia-obiectiv F se obţine soluţia:

$$S = \left(x_1 = 3;\ x_2 = x_3 = 0;\ x_4 = \frac{15}{2};\ x_5 = 0\right),$$

căreia îi corespunde utilitatea globală:

$$u = 18 + 1 - 4{,}9 = 14{,}1.$$

Se observă că nu este rentabil pentru întreprindere transportul pe bandă la silozurile S_2, S_3, S_5.

Aplicaţie

O întreprindere minieră are la dispoziţie şase variante de dezvoltare a lucrărilor miniere a două sectoare productive. Notînd cu x_i, $i = \overline{1,6}$ aceste variante, interesează acele variante care realizează:

1 — maximizarea beneficiului obţinut de primul sector:

$$F_1 = x_1 + x_2 + 5x_3 + 2x_4 + 3x_5 + 5x_6$$

2 — maximizarea beneficiului obţinut de cel de-al doilea sector:

$$F_2 = 3x_1 + 4x_2 + 9x_3 + x_4 + 3x_5 + 2x_6$$

3 — minimizează timpul necesar dezvoltării lucrărilor miniere:

$$F_3 = 7x_1 + 6x_2 + 4x_3 + 4x_4 + 2x_5 + x_6$$

Tabelul 3

	Punctele de maxim						Valorile funcţiilor-obiectiv		
	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	F_1	F_2	F_3
X_1	0	0	0	0	1	1	8	−3	5
X_2	0	0	1	0	1	1	13	−7	14
X_3	0	0	1	1	1	1	15	−11	15
X_4	0	1	1	0	1	1	14	−13	18
X_5	0	1	1	1	1	1	15	−20	20
X_6	1	1	1	1	1	1	17	−24	22

În afara acestor funcţii-obiectiv, se are în vedere faptul că volumul de investiţii afectat acestor lucrări miniere este limitat:

$$2x_1 + 3x_2 + 2x_3 + 5x_4 + 8x_5 + 7x_6 \leqslant 15.$$

Sîntem astfel conduşi la următoarea problemă de optimizare liniară cu variabile discrete:

$$max(x_1 + x_2 + 5x_3 + 2x_4 + 3x_5 + 5x_6)$$
$$max(-7x_1 - 6x_2 - 4x_3 - 4x_4 - 2x_5 - x_0)$$
$$max(3x_1 + 4x_2 + 9x_3 + x_4 + 3x_5 + 2x_6)$$
$$2x_1 + 3x_2 + 2x_3 + 5x_4 + 8x_5 + 7x_6 \leqslant 15$$
$$x_i \in \{0, 1\},\ i = \overline{1,6}$$

Punctele de maxim, precum şi valorile funcţiilor-obiectiv sînt date în tabelul 3

Bibliografie

[1] Teodorescu, N. ş. a. *Metode ale cercetării operaţionale în gestiunea întreprinderilor.* Ed. tehnică, Bucureşti, 1972.

[2] Gheorghiu, O., Mitran, I. *Procese decizionale dinamice cu aplicaţii în planificare şi prognoză.* Ed. Academiei (în curs de apariţie).

[3] Marusciac, S., Rădulescu, M. *Une problème général de la programation linéaire a plusieurs functions économique.* Universitatea Babeş Bolyai, 2, 55—56, 1970.

Răcirea probabilă a recipientului cisternelor de cale ferată pentru gaze petroliere lichefiate

Prof. dr. ing. **A. Pavel**, prof. dr. ing. **D. Săndulescu**
Institutul de petrol și gaze Ploiești

Evaluarea cantitativă prin calcul a celei mai joase răciri probabile a peretelui metalic al recipientelor cisternelor CF pentru gaze petroliere lichefiate (GPL, LPG), expusă în continuare, se bazează pe trei ipoteze, corespunzătoare celor trei efecte termodinamice posibile în condiții reale, și anume [1]:

1) ipoteza detentei (laminării) izentalpice Joule-Thomson a gazului (vaporilor) de la presiunea de saturație, corespunzătoare temperaturii cisternei, pînă la presiunea (aproximativ nulă) exterioară; acestei ipoteze îi corespunde, după cum se cunoaște, așa-numitul efect Joule-Thomson (*EFECT JT*);

2) ipoteza detentei (destinderii) adiabatice a gazului (vaporilor) de la presiunea de saturație, corespunzătoare temperaturii recipientului cisternei, pînă la presiunea (foarte mică) exterioară;

3) ipoteza vaporizării adiabatice a lichidului (gazului lichefiat), în condiții de saturație, datorită unei pierderi rapide de gaz (vapori) sau lichid din recipient; evident, acestei ipoteze îi corespunde limita teoretică a celei mai joase răciri probabile a peretelui metalic al recipientului cisternei, respectiv limita teoretică de scădere maximă a temperaturii peretelui metalic în discuție.

În cele ce urmează, notațiile utilizate sînt:

$R = 0{,}082$ l · bar · mol^{-1} · K^{-1} — constanta generală (universală) a gazului perfect;

p_1 — presiunea de saturație a vaporilor, corespunzătoare temperaturii recipientului cisternei, în bar;

p_2 — presiunea exterioară, respectiv presiunea mediului înconjurător, în bar;

T_1 — temperatura (de referință a) peretelui metalic al recipientului cisternei, în K;

$T_2 = T = T_1'$ — temperatura exterioară, respectiv temperatura mediului înconjurător sau temperatura peretelui metalic după efectul termic, în K; pentru efectuarea unor calcule practice aproximative se poate admite $T_2 = 300$ K;

c_p — capacitatea calorică la presiune constantă, în cal · mol^{-1} · grd^{-1};

a, b — constantele caracteristice ale gazului (vaporilor), exprimate în l^2 · bar · mol^{-2} (pentru a) și l · mol^{-1} (pentru b);

ΔH_v — căldura de vaporizare (entalpia) corespunzătoare gazului (vaporilor), în cal · mol^{-1};

$\Delta T = T_2 - T_1$;

$\Delta p = p_2 - p_1$;

indicele (v) — pentru vapori (gaz);

indicele (l) — pentru lichid (gazul lichefiat).

Ipoteza detentei izentalpice În condițiile detentei (laminării) izentalpice Joule-Thomson a vaporilor de GPL (butan lichid) de la presiunea de saturație p_1, corespunzătoare temperaturii recipientului T_1, pînă la presiunea exterioară $p_2 \approx 0$ (pentru faza de vapori), se consideră ca fiind valabilă aproximația unui gaz de tip van der Waals și reprezintă (fig. 1):

$$EFECT\ JT = \frac{\Delta T}{\Delta p} = \frac{\dfrac{2a}{RT} - b}{c_p^{(v)}} = \frac{2a - RTb}{c_p^{(v)}\, RT}.$$

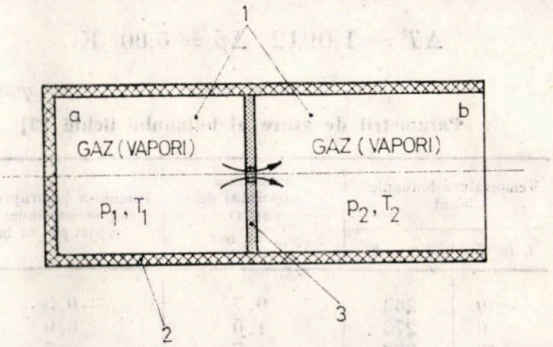


Fig. 1. Detenta (laminarea) izentalpică Joule-Thomson a vaporilor de GPL (butan lichid). Schematizare:
1 – incintele cu vapori de GPL înainte de *a* și după detentă *b*; *2* – sistemul perfect termoizolant; *3* – diafragma (dispozitivul de laminare).

Pentru butanul gazos, respectiv pentru vaporii de butan lichid, din tabele se obține [2]:

$$a = 14{,}5\ \text{l}^2 \cdot \text{bar} \cdot \text{mol}^{-2};$$

$$b = 0{,}123\ \text{l} \cdot \text{mol}^{-1};$$

$$c_p^{(v)} = 23{,}6\ \text{cal} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{grd}^{-1}.$$

Considerînd factorul de transformare 41/1 000 și admițînd că $T = T_2 = 300$ K, se obține:

$$EFECT\ JT = \frac{\Delta T}{\Delta p} = \frac{\dfrac{2 \cdot 14 \cdot 5}{0{,}082 \cdot 300} - 0{,}123}{23{,}6 \cdot \dfrac{41}{1000}} =$$

$$= 1{,}0912\ \text{K/bar}.$$

Dacă se admite că temperatura maximă a peretelui metalic al recipientului cisternei este $t_1 = 40°C$, respectiv $T_1 = 313$ K, pentru care corespunde presiunea de saturație a vaporilor de butan lichid $p_1 \approx 3{,}5$ bar, atunci rezultă (întrucît $\Delta p = p_2 - p_1 = 0{,}0 - 3{,}5 = -3{,}5$ bar $= -p_1$):

$$\Delta T = 1{,}0912 \ \Delta p = 1{,}0912 \cdot (-3{,}5) = -3{,}8192 \text{K},$$

ceea ce înseamnă că, în condițiile unei detente (laminări) libere, temperatura peretelui metalic al recipientului cisternei nu poate scădea cu mai mult de aproximativ 4K = 4°C, obținîndu-se deci:

$$T_1' = T_1 + \Delta T = 313 - 4 = 309 \text{ K},$$

respectiv:

$$t_1' = T_1' - 273 = 309 - 273 = 36°C.$$

Dacă se admite că temperatura maximă a peretelui metalic al recipientului cisternei este $t_1 = 0°C$, respectiv $T_1 = 273$ K, pentru care corespunde suprapresiunea de saturație a vaporilor de butan lichid $p_1 = 0{,}0$ bar (tab. 1), atunci rezultă (întrucît $\Delta p = -p_1 = 0{,}0$ bar):

$$\Delta T = 1{,}0912 \ \Delta p = 0{,}00 \text{ K},$$

Tabelul 1

Parametrii de stare ai butanului lichid [3]

Temperatura butanului lichid		Presiunea (absolută) de vapori, p_v', în bar	Presiunea (suprapresiune sau subpresiune) de vapori p_v, în bar
t, în °C	T, în K		
−10	263	0,7	−0,3
0	273	1,0	0,0
+10	283	1,7	0,7
+20	293	2,5	1,5
+30	303	3,4	2,4
+40	313	4,4	3,4
+50	323	5,6	4,6

ceea ce înseamnă că, în condițiile unei detente (laminări) libere, temperatura peretelui metalic al recipientului cisternei rămîne constantă și egală cu $t_1' = t_1 = 0{,}0°C$.

Dacă, însă, se admite că temperatura maximă a peretelui metalic al recipientului cisternei este $t_1 = -10°C$, respectiv $T_1 = 263$ K, pentru care corespunde suprapresiunea de saturație a vaporilor de butan lichid $p_1 = -0{,}3$ bar (tab. 1), atunci rezultă (întrucît $\Delta p = -p_1 = 0{,}3$ bar):

$$\Delta T = 1{,}0912 \ \Delta p = 1{,}0912 \cdot 0{,}3 = 0{,}3274 \text{ K},$$

ceea ce, de această dată, înseamnă că, în condițiile unei așa-numite detente (laminări) libere inverse, temperatura peretelui metalic al recipientului cisternei crește neînsemnat, cu circa 0,3 K = 0,3°C, obținîndu-se deci:

$$T_1' = T_1 + \Delta T = 263 + 0{,}3 = 263{,}3 \text{ K},$$

respectiv:

$$t_1' = T_1' - 273 = 263{,}3 - 273{,}0 = -9{,}7°C.$$

Considerîndu-se situația extremală, practic irealizabilă, pentru care $p_1 = -1{,}0$ bar, respectiv $\Delta p = -p_1 = -(-1{,}0) = 1{,}0$ bar, rezultă:

$$\Delta T = 1{,}0912 \ \Delta p = 1{,}0912 \cdot 1{,}0 = 1{,}0912 \text{ K},$$

ceea ce înseamnă că, pentru această situație, teoretic ipotetică, în condițiile unei detente (laminări) libere, temperatura peretelui metalic al recipientului cisternei va putea crește — pentru întregul domeniu al temperaturilor negative pe scara Celsius — cu cel mult aproximativ 1,1 K = 1,1°C.

Rezultatele calculelor pentru prima ipoteză sînt redate în tabelul 2, astfel încît ele evidențiază clar că, în condițiile unei detente (laminări) libere, temperatura peretelui metalic al recipientului cisternei se poate modifica, și anume:

— poate scădea (RĂCIRE) cu pînă la cel mult aproximativ 5°C pentru $t_1 \in (0, +50]$°C, în acest interval recipientul respectiv fiind supus la presiune interioară;

— poate crește (ÎNCĂLZIRE) cu pînă la cel mult aproximativ 1°C pentru $t_1 \in (0, -273)$°C, în acest interval recipientul respectiv fiind supus la presiune exterioară.

Tabelul 2

Rezultatele calculelor pentru ipoteza detentei izentalpice [4]

Temperatura		$\Delta p = -p_1$, în bar	ΔT, în K(°C)	Temperatura		Obs.
t_1, în °C	T_1, în K			$T_2 = T_1'$, în K	$t_2 = t_1'$, în °C	
+50	323	4,6	−5,0195	317,98	+44,98	R
+40	313	3,5	−3,8192	309,18	+36,18	R
+30	303	2,4	−2,6189	300,38	+27,38	R
+20	293	1,5	−1,6368	291,36	+18,36	R
+10	283	0,7	−0,7638	282,24	+ 9,24	R
0	273	0,0	0,0000	273,00	0,00	—
−10	263	−0,3	+3,03274	263,33	− 9,67	Î
—	—	−1,0	+1,0912	—	—	Î

NOTA: R – răcire; Î – încălzire

Ipoteza detentei adiabatice. În condițiile detentei (destinderii) adiabatice a vaporilor de GPL (butan lichid) de la presiunea p_1, corespunzătoare temperaturii T_1, pînă la presiunea exterioară p_2, foarte mică*) (neglijabil de mică pentru faza de vapori), se consideră ca fiind valabilă aproximația unui gaz perfect și rezultă (fig. 2):

$$\log \frac{T_2}{T_1} \frac{R}{\frac{41}{1000} c_p^{(v)}} \log \frac{p_2}{p_1},$$

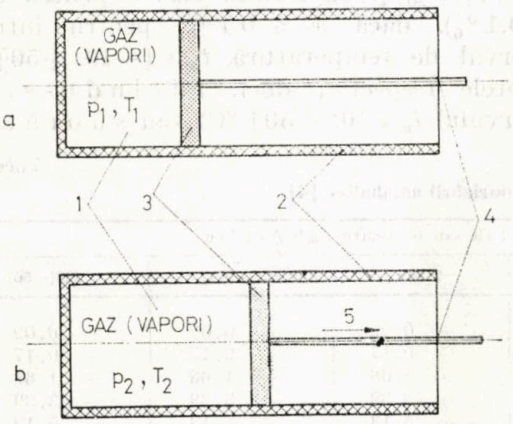


Fig. 2. Detenta (destinderea) adiabatică a vaporilor de GPL (butan lichid). Schematizare:

1 – incintele cu vapori de GPL înainte de *a* și după detentă *b*; *2* – sistemul perfect termoizolant; *3* – pistonul (perfect termoizolant); *4* – tija pistonului; *5* – direcția și sensul deplasării infinit lente a pistonului.

pentru mărimile cunoscute $R = 0{,}082$ l · bar · $\cdot mol^{-1} \cdot K^{-1}$ și $c_p^{(v)} = 23{,}6$ cal $\cdot mol^{-1} \cdot grd^{-1}$, obținîndu-se:

$$\log \frac{T_2}{T_1} \approx \frac{0{,}082 \cdot 1000}{41 \cdot 23{,}6} \log \frac{p_2}{p_1} = 0{,}08475 \log \frac{p_2}{p_1}.$$

Rezultatele calculelor pentru a doua ipoteză sînt redate în tabelul 3, în așa fel încît ele repun în evidență – **în să numai calitativ** – concluziile anterioare. Cantitativ, totuși, calculele ale căror rezultate sînt materializate în tabelul 3 rămîn discutabile**), deoarece ecuația corespunzătoare este riguros valabilă numai pentru procesele adiabatice reversibile (cvasistatice), care nu se pot realiza în condițiile de lucru respective.

Ipoteza vaporizării adiabatice. Ipoteza vaporizării în condiții adiabatice permite determinarea limitei teoretice de scădere maximă a temperaturii peretelui metalic al recipientului cisternei, ecuația de bilanț în acest caz fiind următoarea (fig. 3):

$$\Delta T \left[x_v c_p^{(v)} - \frac{\Delta H_v}{T_m} \right) + (1 - x_v)\, c_p^{(l)} \Big] = -x_v \Delta H_v,$$

*) Astfel că se poate admite că presiunea absolută $p_2 = 1$ ata = 1 bar.

**) Cu toate că sînt foarte favorabile din punctul de vedere al temperaturii pe care o poate căpăta peretele metalic al recipientului cisternei în intervalul $T_1 \in [253, 323]$ K, respectiv $t_1 \in [-20, +50]$°C.

Tabelul 3

Rezultatele calculelor pentru ipoteza detentei adiabatice [4]

Temperatura		Presiunea absolută, în bar		Temperatura		ΔT, în grd	Obs.
t_1, în °C	T_1, în K	p_1	p_2	$T_2 = T_1'$, în K,	$t_2 = t_1'$, în °C		
+50	323	5,6	1,00	279,12	+6,12	−43,88	R
+40	313	4,5	1,00	275,54	+2,54	−37,46	R
+30	303	3,4	1,00	273,15	+0,15	−29,85	R
+20	293	2,5	1,00	271,11	−1,89	−21,89	R
+10	283	1,7	1,00	270,56	−2,44	−12,44	R
0	273	1,0	1,00	273,00	0,00	0,00	–
−10	263	0,7	1,00	271,07	−1,93	+ 8,07	Î
−20	253	0,4*	1,00	273,43	+0,43	+20,43	Î

* Valoare presupusă.
NOTA: R – răcire; Î – încălzire

de unde rezultă:

$$\Delta T = - \frac{x_v \Delta H_v}{(1 - x_v) c_p^{(l)} + x_v \left(c_p^{(v)} - \frac{\Delta H_v}{T_m} \right)},$$

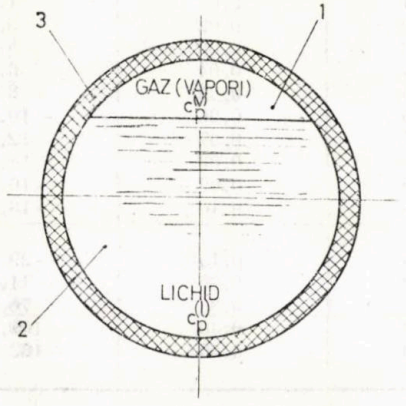


Fig. 3. Vaporizarea GPL (butanului lichid) în condiții adiabatice. Schematizare:

1 – spațiul (incinta) cu vapori de GPL; *2* – spațiul (incinta) cu GPL; *3* – sistemul perfect termoizolant.

în care:

T_m este temperatura medie a recipientului cu GPL, în K; pentru calculele practice, aproximative, se poate admite***) că $T_m = 300$ K; evident, $T_m = 273 + t_m$, unde t_m se exprimă în °C;

x_v – numărul de moli care se vaporizează pentru un mol de GPL.

Din tabele, pentru butan se obține [2]: $\Delta H_v = 5350$ cal · mol^{-1}; $c_p^{(l)} = 32$ cal · $mol^{-1} \cdot grd^{-1}$; $c_p^{(v)} = 23{,}6$ cal · $mol^{-1} \cdot grd^{-1}$, astfel că rezultă valorile ΔT indicate în tabelul 4.

***) Întrucît pentru $T_m = 300$ K corespunde $\Delta H_v / T_m = 5350/300 = 17{,}83$ cal. $mol^{-1} K^{-1}$, iar pentru $T_m = (300 \pm 50)$ K corespunde $\Delta H_v / T_m = 15{,}29/21{,}40 = 0{,}71$ cal. $mol^{-1} \cdot K^{-1}$, față de $c_p = 23{,}6$ cal. mol^{-1} grd^{-1} (v. tabelul 5).

Tabelul 4

Valorile ΔT corespunzătoare ipotezei vaporizării adiabatice [4]

Temperatura medie a recipientului cu GPL		Expresia de calcul pentru ΔT
T_m, în K	t_m, în °C	
323	+50	$\Delta T = - x_v/(0{,}006 - 0{,}0047\ x_v)$
300	+27	$\Delta T = - x_v/(0{,}006 - 0{,}0049\ x_v)$
273	0	$\Delta T = - x_v/(0{,}006 - 0{,}0053\ x_v)$
253	−20	$\Delta T = - x_v/(0{,}006 - 0{,}0055\ x_v)$
233	−40	$\Delta T = - x_v/(0{,}006 - 0{,}0059\ x_v)$

Rezultatele calculelor pentru cea de-a treia ipoteză sînt redate în tabelul 5 și figura 4, astfel încît ele evidențiază inechivoc că, în condițiile unei vaporizări adiabatice rapide (practic instantanee) a unei cantități determinate de GPL (butan lichid), temperatura peretelui metalic al recipientului cisternei se poate modifica, în alternativa teoretic cea mai defavorabilă, după cum urmează:

- scade neglijabil (cu numai 0,02°C pentru $x_v = 0{,}01\ \%$ și cu numai 0,17°C pentru $x_v = 0{,}1\ \%$), dacă $x_v \leqslant 0{,}1\ \%$, pentru întregul interval de temperatură $t_m \in [-40, +50]$ °C, peretele respectiv, deci, răcindu-se (în intervalul $t_m \in [0, +50]$ °C) sau subrăcindu-se (în intervalul $t_m \in [-40; 0]$ °C) cu totul neînsemnat din punct de vedere practic;
- scade puțin, și anume cu cel mult 1,68°C dacă $x_v \leqslant 1\ \%$, pentru întregul interval de temperatură $t_m \in [-40, +50]$ °C, peretele respectiv, deci, răcindu-se sau subrăcindu-se corespunzător de redus;
- scade sensibil, și anume cu aproximativ 2...10°C dacă $x_v \in (1; 6]\ \%$, pentru tot intervalul de temperatură $t_m \in [-40, +50]$°C, peretele metalic în discuție, deci, răcindu-se sau subrăcindu-se corespunzător de sensibil;
- scade mult sau foarte mult, și anume cu 10...100°C și chiar peste 100°C dacă $x_v \in (6; 50]\ \%$, intensitatea răcirii sau subrăcirii peretelui metalic dat fiind diferită de la o valoare la alta a intervalului $t_m \in [-40, +50]$ °C.

Așadar, în general vorbind, în condițiile vaporizării adiabatice rapide a unei anumite cantități de GPL (butan lichid), peretele metalic al recipientului cisternei se va putea răci deter-

Tabelul 5

Rezultatele calculelor pentru ipoteza vaporizării adiabatice [4]

x_v		ΔT, în grd (K sau °C), pentru $T_m(t_m)$ egal cu				
%	%/100	233(−40)	253(−20)	273(0)	300(+27)	323(+50)
0,01	0,0001	−0,02	− 0,02	− 0,02	− 0,02	− 0,02
0,1	0,001	−0,17	− 0,17	− 0,17	− 0,17	− 0,17
1	0,01	−1,68	− 1,68	− 1,68	− 1,68	− 1,68
2	0,02	−3,40	− 3,40	− 3,39	− 3,39	− 3,39
3	0,03	−5,15	− 5,14	− 5,13	− 5,13	− 5,12
4	0,04	−6,94	− 6,92	− 6,91	− 6,89	− 6,88
5	0,05	−8,76	− 8,73	− 8,71	− 8,69	− 8,67
6	0,06	−10,63	− 10,58	− 10,55	− 10,52	− 10,49
7	0,07	−12,53	− 12,47	− 12,43	− 12,37	− 12,34
8	0,08	−14,47	− 14,39	− 14,34	− 14,27	− 14,22
9	0,09	−16,46	− 16,35	− 16,28	− 16,19	− 16,14
10	0,10	−18,48	− 18,35	− 18,27	− 18,15	− 18,08
15	0,15	−29,33	− 28,99	− 28,78	− 28,49	− 28,33
20	0,20	−41,49	− 40,82	− 40,41	− 39,84	− 39,53
30	0,30	−70,92	− 68,97	− 67,80	− 66,23	− 65,36
40	0,40	−109,89	−105,26	−102,58	− 99,01	− 97,09
50	0,50	−163,93	−153,85	−148,19	−140,85	−136,99

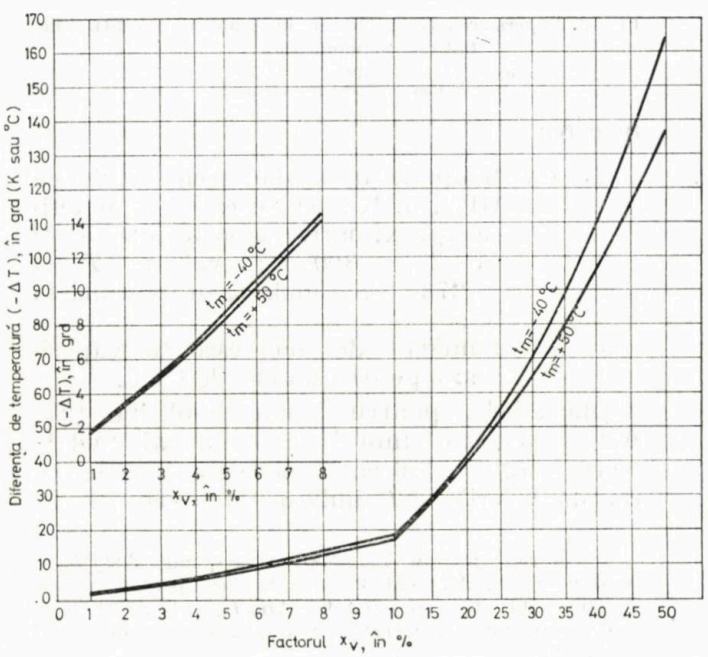


Fig. 4. Dependența diferenței de temperatură ($-\Delta T$) de factorul x_v, corespunzătoare ipotezei vaporizării adiabatice [4].

Tabelul 6

Limita teoretică de scădere maxim posibilă a temperaturii peretelui metalic al recipientului cisternei, determinată conform ipotezei vaporizării adiabatice [4]

x_v		ΔT, în grd (K sau °C)	Temperatura peretelui metalic $t_2 = t_1'$, în °C, pentru t_1, în °C, egală cu									
%	$\frac{\%}{100}$		−40	−30	−20	−10	0	+10	+20	+30	+40	+50
0,01	0,0001	− 0,02	− 40,02	− 30,02	− 20,02	− 10,02	− 0,02	+ 9,98	+ 19,98	+ 29,98	+ 39,98	+ 49,98
0,10	0,0010	− 0,17	− 40,17	− 30,17	− 20,17	− 10,17	− 0,17	+ 9,83	+ 19,83	+ 29,83	+ 39,83	+ 49,83
1	0,01	− 1,68	− 41,68	− 31,68	− 21,68	− 11,68	− 1,68	+ 8,32	+ 18,32	+ 28,32	+ 38,32	+ 48,32
2	0,02	− 3,40	− 43,40	− 33,40	− 23,40	− 13,40	− 3,40	+ 6,60	+ 16,60	+ 26,60	+ 36,60	+ 46,60
3	0,03	− 5,15	− 45,15	− 35,15	− 25,15	− 15,15	− 5,15	+ 4,85	+ 14,85	+ 24,85	+ 34,85	+ 44,85
4	0,04	− 6,94	− 46,94	− 36,94	− 26,94	− 16,94	+ 6,94	+ 3,06	+ 13,06	+ 23,06	+ 33,06	+ 43,06
5	0,05	− 8,76	− 48,76	− 38,76	− 28,76	− 18,76	− 8,76	+ 1,24	+ 1,24	+ 21,24	+ 31,24	+ 41,24
6	0,06	− 10,63	− 50,63	− 40,63	− 30,63	− 20,63	− 10,63	− 0,63	+ 9,37	+ 19,37	+ 29,37	+ 39,37
7	0,07	− 12,53	− 52,53	− 42,53	− 32,53	− 22,53	− 12,53	− 2,53	+ 7,47	+ 17,47	+ 27,47	+ 37,47
8	0,08	− 14,47	− 54,47	− 44,47	− 34,47	− 24,47	− 14,47	− 4,47	+ 5,53	+ 15,53	+ 25,53	+ 35,53
9	0,09	− 16,46	− 56,46	− 46,46	− 36,46	− 26,46	− 16,46	− 6,46	+ 3,54	+ 13,54	+ 23,54	+ 33,54
10	0,10	− 18,48	− 58,48	− 48,48	− 38,48	− 28,48	− 18,48	− 8,48	+ 1,52	+ 11,52	+ 21,52	+ 31,52
15	0,15	− 29,33	− 69,33	− 59,33	− 49,33	− 39,33	− 29,33	− 19,33	− 9,33	+ 0,67	+ 10,67	+ 20,67
20	0,20	− 41,49	− 81,49	− 71,49	− 61,49	− 51,49	− 41,49	− 31,49	− 21,49	− 11,49	− 1,49	+ 8,51
30	0,30	− 70,92	−110,92	−100,92	− 90,92	− 80,92	− 70,92	− 60,92	− 50,92	− 40,92	− 30,92	− 20,92
40	0,40	−109,89	−149,89	−139,89	−129,89	−119,89	−109,89	− 99,89	− 89,89	− 79,89	− 69,89	− 59,89
50	0,50	−163,92	−203,93	−193,93	−183,93	−173,93	−163,93	−153,93	−143,93	−133,93	−123,93	−113,93
OBSERVAȚII			SUBRĂCIRE					RĂCIRE				

minat în cazurile cînd $t_m \in [0, +50]$ °C sau se va putea subrăci determinat în cazurile cînd $t_m \in [-40, 0]$°C. Limita teoretică de scădere maxim probabilă a temperaturii peretelui metalic respectiv, determinată conform ipotezei vaporizării adiabatice pentru cîteva valori reprezentative ale intervalului $t_m \in [-40, +50]$°C, este indicată în tabelul 6.

Temperatura peretelui metalic al recipientului cisternei CF pentru GPL (butan lichid) este condiționată și determinată de încălzirea sau răcirea acestuia, în raport cu o stare termică de referință — dată —, la umplerea, golirea, transportarea (rularea), staționarea (depozitarea), încercarea de presiune, desetanșarea accidentală sau avarierea (fisurarea, spargerea etc.) recipientului respectiv.

În general, starea termică de referință a cisternelor în discuție se poate identifica cu cea corespunzătoare temperaturii medii celei mai joase sau celei mai ridicate a cîmpului termic atmosferic pentru un anumit anotimp, în condițiile climatice ale rețelei feroviare românești de interes industrial, putîndu-se admite că $t_1 \in [-30; +50]$°C, respectiv $T_1 \in [243, 323]$ K, pentru ciclul sideral corespuzător unui an calendaristic (cu toate cele patru anotimpuri).

Rezultă, deci, că, pentru un întreg an calendaristic, temperatura de referință a peretelui metalic al cisternelor de GPL poate avea oricare dintre următoarele valori: minimă (cea mai joasă) $t_1 = -30$°C, pentru care $T_1 = 243$ K și maximă (cea mai ridicată) $t_1 = +50$°C, pentru care $T_1 = 323$ K, neputînd fi justificate, însă, în vreun fel, temperaturi de referință mai joase de −30°C (243 K).

Considerînd laolaltă situațiile teoretice (ipotetice) extremal defavorabile studiate anterior, rezultă că temperatura de referință t_1 (sau T_1) a peretelui metalic al recipientului cisternelor de GPL (butan lichid) a rputea scădea, în situații ipotetice determinate, cu pînă la cel mult 5°C = 5 K, obținîndu-se:

a) în condiții de RĂCIRE, pentru care $t_1 \in (0, +50]$°C, respectiv $T_1 \in (273, 323]$ K:

$$t_{1\,max} = 45°C < t_1 = 50°C;$$

$$T_{1\,max} = 318\ K < T_1 = 323\ K,$$

fiind, deci, justificată adoptarea la proiectare a unei temperaturi de regim maxime $t_1 = +50$°C, respectiv $T_1 = 323$ K;

b) în condiții de SUBRĂCIRE, pentru care $t_1 \in [-30, 0)$°C, respectiv $T_1 \in [243, 273)$ K:

$$t_1 = -40°C < t_{1\,min} = -35°C < t_1 = -30°C;$$

$$T_1 = 233\ K < T_{1\,min} = 238\ K < T_1 = 243K,$$

chiar și în aceste situații fiind imposibilă justificarea unei temperaturi așa de joase ($t_1 = -40$°C, pentru care $T_1 = 233$ K), cum este cea pe care — fără discriminarea de rigoare — o impune (pentru cisternele de GPL) prescripțiile tehnice ISCIR C 27 [5].

Analiza datelor menționate în tabelul 1 arată indubitabil că:

— la temperatura uniformă $t = t_1 = 0$°C, respectiv $T = T_1 = 273$ K, recipientul cisternei CF nu este nici presurizat, nici vacuumat, presiunea din spațiul său de gaze fiind egală cu pre-

siunea atmosferică, deoarece p'_v=1, 0 bar, iar p_v = 0,0 bar; aşadar, la temperatura respectivă, recipientul cisternei este solicitat numai prin efectele corespunzătoare sarcinilor masice;

— la temperatura uniformă $t = t_1 < 0°C$, respectiv $T = T_1 < 273$ K, recipientul cisternei CF are spaţiul de gaze vacuumat, fiind deci solicitat la presiune exterioară, deoarece $p'_v < 1{,}0$ bar, iar $p_v = p'_v - 1 < 0$; evident, în aceste din urmă condiţii, comportamentul sub sarcină al recipientului dat este foarte favorabil din punctul de vedere al rezistenţei mecanice, mai ales în domeniul în care materialul său de bază îşi menţine o tenacitate corespunzătoare, dar se impune efectuarea unor calcule de verificare la stabilitate;

— la temperatura uniformă $t = t_1 > 0°C$, respectiv $T = T_1 > 273$ K, recipientul cisternei CF are spaţiul de gaze presurizat, fiind deci solicitat la presiune interioară, deoarece $p'_v > 1{,}0$ bar, iar $p_v = p'_v - 1 > 0$, la +50°C (323 K) rezultînd p_v = 4,6 bar.

Bibliografie

[1] Săndulescu, D. *Chimie fizică*. Vol. 2, Bucureşti, Institutul de petrol, gaze şi geologie, 1972/1973.

[2] * * * *Calcule şi probleme de chimie fizică*. Ed. tehnică, Bucureşti, 1959.

[3] Pavel, A. *Depozitarea gazelor lichefiate*. Vol. I, CDICP, Bucureşti, 1970.

[4] Pavel, A. ş. a. *Studiu privind caracteristicile mecanice şi metalografice actuale ale materialului cisternelor CFR construite de Uzina „23 August" din Bucureşti în anul 1961, în scopul evaluării posibilităţii de funcţionare a acestora în continuare*. Contract de cercetare ştiinţifică, Institutul de petrol şi gaze, Ploieşti, 1977.

[5] * * * Colecţia oficială a PT ISCIR aflate în vigoare.

Posibilităţi de reducere a consumului de metal la tubarea coloanelor cu diametre mari

Conf. dr. ing. **G. Iordache**
I.P.G. Ploieşti

Pentru calculele de pînă acum s-au luat în considerare următoarele condiţii de exploatare.

1. După cimentare, respectiv după pauza necesară prizei şi întăririi cimentului, coloana se goleşte la interior, din aproape în aproape, pe toată lungimea şi se echipează cu dispozitive specifice lucrărilor de minerit; la golirea completă, se acceptă varianta cea mai severă (cu excepţia situaţiilor ce apar în cazul alunecărilor de teren, seismelor şi destinderilor exagerate ale rocilor traversate), variantă care presupune o cimentare reuşită parţial, astfel ca noroiul din sondă dinaintea cimentării să acţioneze ca o coloană hidrostatică pe întreaga lungime L a coloanei, încît, la golirea completă, presiunea maximă la şiul coloanei,

$$p_{max} = \frac{\gamma_n L}{10}, \qquad (1)$$

relaţie în care γ_n reprezintă greutatea specifică a noroiului.

Pentru cazul concret al unei sonde cu diametru mare şi pentru care:

$$L = 395 \text{ m şi } \gamma_n = 1{,}2 \text{ daN/dm}^3,$$

$$p_{max} = \frac{395 \cdot 1{,}2}{10} = 47{,}4 \text{ daN/cm}^2$$

(se acceptă, pentru simplificare, valoarea $g \simeq 10$ m/s^2 — pentru acceleraţia gravitaţională, respectiv se admite în permanenţă 1 kgf $\simeq$ $\simeq$ 10 N $\simeq$ 1 daN).

2. În virtutea valorii obţinută pentru p_{max}, grosimea de perete a burlanelor se determină cu ajutorul relaţiei

$$S \geqslant \frac{p_{max} D_i}{2\sigma_{ac} - p_{max}}, \qquad (2)$$

în care:

D_i reprezintă diametrul interior al coloanei (D_i = 3 950 mm);

σ_{ac} — rezistenţa admisibilă la compresiune statică a materialului din care sînt confecţionate burlanele (pentru OL—52, σ_{ac}=2 635 daN/cm^2).

Pentru valorile concrete propuse, la limită,

$$S = \frac{47{,}4 \cdot 395}{2 \cdot 2635 - 47{,}4} = 3{,}585 \text{ cm} = 35{,}85 \text{ mm}.$$

Se admite că în tabele se găsesc grosimile de perete

S_1 = 40 mm, S_4 = 25 mm,

S_2 = 35 mm, S_5 = 20 mm,

S_3 = 30 mm, S_6 = 15 mm.

Din relaţia (2) scrisă sub forma

$$S = \frac{\frac{\gamma_n L}{10} D_i}{2\sigma_{ac} - \frac{\gamma_n L}{10}},$$

se determină adîncimea maximă de tubare (măsurată de la suprafaţă) pentru burlanele cu grosimile de perete $S_1 \ldots S_6$; se observă că

$$L_{max} = \frac{2\sigma_{ac} S}{(S + D_i)} \frac{10}{\gamma_n}, \qquad (3)$$

respectiv pentru $S_1 = 4{,}0$ cm,

$$L_{1\,max} = \frac{2 \cdot 2\,635 \cdot 4{,}0}{(4{,}0 + 395)} \cdot \frac{10}{1{,}2} = 440 \text{ m}.$$

În mod similar rezultă

$L_2 = 386$ m, $L_5 = 221$ m,

$L_3 = 331$ m, $L_6 = 166$ m.

$L_4 = 276$ m,

Deoarece presiunea maximă este considerată la şiul coloanei, lungimile de tubare l ale grosimilor de perete stabilite se determină prin diferenţe:

$l_1 = L - L_2 = 395 - 386 = 9$ m ($S_1 = 40$mm);

$l_2 = L_2 - L_3 = 386 - 331 = 55$m($S_2 = 35$mm);

$l_3 = L_3 - L_4 = 331 - 276 = 55$m($S_3 = 30$mm);

$l_4 = L_4 - L_5 = 276 - 221 = 55$m($S_4 = 25$mm);

$l_5 = L_5 - L_6 = 221 - 166 = 55$m($S_5 = 20$mm);

$l_6 = L_6 - 0 = 166 - 0 = 166$ m ($S_6 = 15$mm);

de fapt ultimele bucăţi de burlane se aduc la înălţimea utilă cerută de lucrările miniere ulterioare.

Forţa provenită din greutatea coloanei de burlane (fără cintre, ţevi de cimentare, suduri, moaze ş.a.) se determină ca sumă a forţelor provenite din greutăţile transoanelor:

$$F_g = \frac{\pi}{4}(D_e^2 - D_i^2)\, l \gamma_0 \left(1 - \frac{\gamma}{\gamma_0}\right),$$

în care, faţă de notaţiile de pînă acum, D_e reprezintă diametrul exterior al coloanei iar γ_0 — greutatea specifică (ponderitatea) materialului din care sînt confecţionate burlanele.

Pentru primul tronson,

$$F_{g_1} = \frac{\pi}{4}(D_{e_1}^2 - D_i^2)\, l_1 \gamma_0 \left(1 - \frac{\gamma_n}{\gamma_0}\right),$$

respectiv,

$$F_g = \frac{3{,}14}{4}[(395 + 2 \cdot 4{,}0)^2 - 395^2] 9 \cdot 10^2 \cdot 7{,}85 \cdot$$

$$\cdot 10^3 \left(1 - \frac{1{,}2 \cdot 10^{-3}}{7{,}85 \cdot 10^{-3}}\right) = 30\,440 \text{ kgf(daN)}.$$

Similar se stabilesc valorile

$F_{g_2} = 159\,898$ daN,

$F_{g_3} = 137\,105$ daN,

$F_{g_4} = 113\,967$ daN,

$F_{g_5} = 91\,174$ daN,

$F_{g_6} = 206\,124$ daN,

iar suma

$$\sum_{i=1}^{6} F_{g_i} = 738\,708 \text{ daN}.$$

Este cert că profilul coloanei trebuie stabilit ţinînd seama numai de presiunea exterioară; într-adevăr, efortul unitar de tracţiune calculat în zona cea mai periculoasă (la suprafaţă),

$$\sigma_{t_{max}} = \frac{\sum_{i=1}^{6} F_{g_i}}{A_6},$$

în care A_6 reprezintă aria secţiunii transversale a burlanului cu grosimea de perete cea mai mică (de la suprafaţă):

$$A_6 = \frac{\pi}{4}(D_{e_6}^2 - D_i^2) =$$

$$= \frac{\pi}{4}[(395 + 2 \cdot 1{,}5)^2 - 395^2] = 1\,868 \text{ cm}^2,$$

şi deci

$$\sigma_{t_{max}} = \frac{738\,191}{1\,868} = 395{,}18 \text{ daN/cm}^2,$$

valoare mică dar şi previzibilă, astfel încît coeficientul de siguranţă la tracţiune

$$c_s = \frac{\sigma_{0,2\,min}}{\sigma_{t_{max}}};$$

cum pentru oţelul menţionat $\sigma_{0,2\,min} = 3\,040$, daN/cm^2, rezultă că

$$c_s = \frac{3\,040{,}00}{395{,}18} = 7{,}69,$$

valoare mult acoperitoare.

Pentru dimensionarea cintrelor, precum şi pentru calculul distanţei dintre acestea se ţine seama de grosimea de perete a coloanei care se cintrează, deci practic, indirect, se ia în considerare presiunea unei coloane hidrostatice de lichid în ipoteza că interiorul coloanei este complet golit — asupra acestor calcule nu se va insista dar concluziile, evident, vor fi valabile pentru ansamblul coloană-cintre.

Din experienţă s-a constatat că montarea unor orificii de depresurizare a coloanei şi evacuare a eventualelor fluide sub presiune poate să conducă la importante modificări în concepţia ce stă la baza stabilirii presiunii maxime. Dacă orificiile menţionate plasate din 30 în 30 m, sau la alte distanţe, permit legătura cu roca din spatele inelului de ciment, acestea se pot folosi, fără a periclita coloana, şi pentru modificarea relaţiei de calcul pentru presiunea maximă. Pentru aceasta se acceptă, din nou, situaţia cea mai severă care poate apărea la momentul în care spaţiul inelar s-ar umple cu o pastă de ciment (cu priză întîrziată), pe toată lungimea, iar în interiorul coloanei s-ar afla fluidul dinaintea cimentării (se presupune că şiul coloanei este etanşat şi încastrat prin efectuarea unei prime tranşe de cimentare pe o înălţime de cîţiva metri; pentru restul spaţiului inelar se admite varianta ideală, de cimentare continuă).

În noile condiţii, relaţia (1) devine

$$p'_{max} = \frac{(\gamma_p - \gamma_n)}{10}(L - h_{1c}), \qquad (5)$$

în care:

γ_p reprezintă greutatea specifică a pastei de ciment (se admite γ_p=1,9 daN/dm³);

h_{1c} — înălţimea primei tranşe de cimentare (h_{1c} = 5 m).

Deci, în noua viziune,

$$p'_{max} = \frac{(1{,}9 - 1{,}2)(395 - 5)}{10} = 27{,}3 \text{ daN/cm}^2,$$

iar grosimea maximă de perete (2)

$$S' = \frac{27{,}3 \cdot 395}{2 \cdot 2\,635 - 27{,}3} = 2{,}056 \text{ cm} = 20{,}56 \text{ mm}.$$

Faţă de valoarea calculată în prima ipoteză (35,85 mm), rezultă o reducere substanţială de metal; diferenţa

$$p_{max} - p'_{max} = 47{,}4 - 27{,}3 = 20{,}1 \text{ daN/cm}^2,$$

se va transpune, atît asupra profilului coloanei, cît şi asupra construcţiei cintrelor.

Dacă se admit aceleaşi grosimi de perete atunci

$S_1 = 25$ mm,

$S_2 = 20$ mm,

$S_3 = 15$ mm,

respectiv, relaţia (3) devine

$$L'_{max} = \frac{2\sigma_{ac} S}{(S + D_i)} \frac{10}{(\gamma_p - \gamma_n)}. \qquad (3)'$$

Pentru grosimile de perete propuse, care de fapt sînt orientative, rezultă

$$L'_1 = \frac{2 \cdot 2\,635 \cdot 2{,}5}{(2{,}5 + 395)} \frac{10}{(1{,}9 - 1{,}2)} = 473{,}5 \text{ m},$$

$$L'_2 = \frac{2 \cdot 2\,635 \cdot 2{,}0}{(2{,}0 + 395)} \frac{10}{(1{,}9 - 1{,}2)} = 380 \text{ m},$$

$$L'_3 = \frac{2 \cdot 2\,635 \cdot 1{,}5}{(1{,}5 + 395)} \frac{10}{(1{,}9 - 1{,}2)} = 285 \text{ m},$$

respectiv, lungimile de tronsoane

$l'_1 = 395 - 390 = 15$ m ($S_1 = 25$ mm);

$l'_2 = 380 - 285 = 95$ m ($S_2 = 20$ mm);

$l'_3 = 285 - 0 = 285$ m ($S_3 = 15$ mm).

Forţele provenite din greutăţile proprii se pot determina tot cu ajutorul relaţiei (4), deşi factorul de flotabilitate se modifică în mod corespunzător atunci cînd în spatele coloanei s-ar afla pastă de ciment. Cu simplificarea propusă, rezultă

$$F'_{g_1} = 31\,082 \text{ daN},$$

$$F'_{g_2} = 157\,483 \text{ daN},$$

$$F'_{g_3} = 353\,887 \text{ daN},$$

iar suma

$$\sum_{i=1}^{3} F_{g_i} = 542\,452 \text{ daN}.$$

Diferenţa

$$\sum_{i=1}^{3} F_{g_i} - \sum_{i=1}^{3} F'_{g_i} = 738\,191 - 542\,452 = 195\,739 \text{ daN},$$

este economia de metal, substanţială, cu atît mai mult cu cît aceasta se va reflecta şi în profilul cintrelor.

În vederea aplicării acestei metode de stabilire a presiunii maxime de lucru este necesară respectarea cîtorva condiţii:

1 — gaura de sondă trebuie să fie cît mai verticală (nu se vor accepta devieri mai mari de 10...15 min); pentru aceasta trebuie măsurată perfecta orizontabilitate a radierului (tălpii) puţului premergător şi a sapei, chiar la amorsarea forajului;

2 — se va lucra cu doi stabilizatori — unul deasupra sapei şi al doilea deasupra prăjinilor grele;

3 — măsurătorile de deviere trebuie efectuate cu staţii din 5 în 5 m, sau chiar mai mici;

4 — se va verifica buna funcţionare a orificiilor pentru depresurizare; este de dorit ca la un acelaşi nivel, numărul acestora să fie cel puţin egal cu numărul ţevilor de cimentare; de la un nivel la altul poziţia orificiilor trebuie să alterneze — între ţevi şi în dreptul ţevilor de cimentare;

5 — înaintea cimentării se vor face măsurători de termometrie pentru stabilirea exactă a gradientului geotermic;

6 — la introducerea coloanei se vor urmări manometrele montate pe cilindrii hidraulici; pentru bacurile orizontale sînt necesare manometre cu gradaţii mari, vizibile, pentru a urmări eventuala deplasare pe orizontală a coloanei, care marchează de fapt contactul dintre şiul acesteia şi peretele găurii de sondă;

7 — diametrele orificiilor de depresurizare trebuie corelate cu dispozitivele folosite pentru luarea probelor laterale — lungimea trebuie pusă de acord cu grosimea de perete a coloanei, grosimea inelului din ciment în cazul cel mai sever (coloana este apropiată de zona găurii de sondă opusă celei din care se ia proba) şi cu adîncimea pe care se preconizează penetrarea în rocă;

8 — pentru evitarea inducerii în coloana de burlane a unor tensiuni suplimentare provenite în special din exotermia cimentului trebuie respectate toate indicaţiile ce rezultă din partea de contact care se referă la acest efect.

Stabilizarea rocilor argiloase cu fluide de foraj pe bază de ioni de potasiu (I)

Chim. **F. Popescu**
dr. ing. **I. Ana**
chim. M. Orosz
ing. **I. Botoacă**
I.C.P.P.G. Cîmpina

I. Introducere

Stabilirea tipului optim de fluid de foraj constituie o etapă esenţială în procesul de proiectare a unei sonde de ţiţei şi gaze. Cînd se estimează că prin foraj se vor întîlni roci argiloase sensibile la apă, atunci selecţia fluidului devine mai importantă.

Rocile argiloase sensibile la apă dau naştere, în timpul forajului, la dificultăţi care, uneori, pot compromite scopul forajului. Astfel, prin hidratare, rocile argiloase conduc la: instabilitatea pereţilor găurii de sondă, dărîmarea şi înfundarea găurii de sondă, micşorarea diametrului sondei, torsiuni, frecări, acumulare de solide în fluidul de foraj, operaţii nereuşite de cimentare primară etc.

În procesul de traversare a orizonturilor productive, prezenţa rocilor argiloase contribuie, în principal, la degradarea permeabilităţii.

Asigurarea stabilităţii pereţilor găurii de sondă şi menţinerea permeabilităţii orizonturilor productive în astfel de zone, se pot realiza prin utilizarea unor fluide de foraj cu compoziţii şi proprietăţi corespunzătoare.

Pînă acum singurul tip de fluid de foraj care asigura traversarea eficientă a formaţiunilor argiloase era fluidul de foraj pe bază de produse petroliere [1].

Factorul „preţ de cost" şi unele considerente legate de procurarea şi manipularea componenţilor acestui fluid au impus obţinerea unor fluide de foraj pe bază de apă care să prezinte performanţe similare cu fluidele de foraj pe bază de produse petroliere.

Astfel, în ultimii ani, s-au cercetat şi experimentat noi tipuri de fluide de foraj [2; 3; 4]. Dintre acestea, cele mai multe au la bază polimeri sau combinaţii de polimeri cu electroliţi. S-au realizat, în acest scop, polimeri cu acţiune „floculant-selectivă" (poliacrilamide parţial hidrolizate) [5] şi polimeri cu acţiune dublă (copolimeri anhidridă maleică — acetat de vinil) [6].

Rezultatele cele mai bune, în ceea ce priveşte reducerea dificultăţilor generate de rocile argiloase, s-au obţinut prin utilizarea combinaţiilor de tipul: polimer-electrolit [7].

Datele de laborator, confirmate de experimentele din şantier [8; 9; 10], au arătat că

fluidele de foraj ce utilizează combinaţia: polimer — clorură de potasiu prezintă acţiune inhibitivă pronunţată în ceea ce priveşte desfăşurarea proceselor de hidratare a argilelor, contribuind la stabilizarea pereţilor găurii de sondă. Vom prezenta principalele rezultate ale lucrărilor de laborator şi de şantier prin utilizarea fluidului de foraj inhibitiv pe bază de polimeri şi ioni de potasiu tip INHIB — KCl în procesul de săpare a sondelor ce traversează roci argiloase sensibile la apă.

II. Cauzele problemelor generate de rocile argiloase

În vederea stabilirii naturii problemelor generate de rocile argiloase este necesară cunoaşterea proceselor fizico-chimice ce se produc la interfaţa rocă argiloasă — fluid de foraj.

S-a stabilit [2] că, în general, dificultăţile generate de rocile argiloase au la bază următoarele cauze:

— hidratarea şi umflarea argilelor;
— hidratarea şi dispersarea argilelor;
— presiunea anormală.

Pe lîngă acestea, în condiţiile existente în sondă, se produc şi alte procese care tind să agraveze instabilitatea pereţilor găurii de sondă. Acestea includ: contactul îndelungat dintre rocile argiloase şi fluidul de foraj, caracteristicile formaţiunii şi tensiunile din roci, acţiunea erozivă a fluidului de foraj.

1. *Hidratarea şi umflarea argilelor*

Argilele sînt roci sedimentare ce s-au format prin depunerea de-a lungul erelor geologice — în bazinele marine.

Ele sînt, de obicei, compuse din cuarţ, feldspat, calcit şi un număr de fracţiuni argiloase în diferite proporţii.

Componentele sensibile la apă — montmorillonitul, illitul şi amestecul lor — pot constitui pînă la 80% din greutatea totală a rocilor argiloase.

Aceste argile — cînd vin în contact cu fluidele de foraj pe bază de apă — adsorb apa prin două mecanisme de hidratare [11]:

— hidratarea de suprafaţă;
— hidratarea osmotică,

fapt ce contribuie la instabilizarea pereţilor găurii de sondă.

H i d r a t a r e a d e s u p r a f a ţ ă

Rocile argiloase, aflate la adîncimi relativ mari, au cedat o parte din apa ce le-a însoţit, ca urmare a procesului de compactizare *). În timpul forajului, tensiunea laterală din rocă se schimbă şi argilele tind să adsoarbă apa din fluidul de foraj (hidratarea de suprafaţă) cu o forţă egală cu forţa de compactizare, ce a provocat eliminarea apei.

H i d r a t a r e a o s m o t i c ă

Hidratarea osmotică este un proces de migrare a apei „de la" sau „la" suprafaţa argilei — printr-o membrană semipermiabilă — membrană ce lasă să treacă selectiv particulele mai mici dintr-o soluţie, cum sînt moleculele apei — ca urmare a diferenţei dintre activitatea**) fazei apoase din fluidul de foraj şi activitatea apei din roca argiloasă. Dacă activitatea fazei apoase a fluidului este mai mare decît cea a apei din roca argiloasă, atunci se dezvoltă o forţă de hidratare osmotică, ca urmare a deplasării apei din fluid în roca argiloasă.

Fenomenul invers — scoatarea apei din roca argiloasă — se produce atunci cînd activitatea fazei apoase din fluidul de foraj este mai mică decît cea a apei din roca argiloasă. Pătrunderea apei — sub formă de straturi moleculare în interiorul reţelei între stratele tetraedrice (fig. 1 şi 2) — are drept efect îndepărtarea stratelor tetraedrice (distanţa dintre strate poate creşte pînă la aprox. 20 A°) şi creşterea volumului particulei — umflarea argilei.

Dintre componentele rocilor argiloase, montmorillonitul produce — ca urmare a hidratării şi umflării — schimbări semnificative în proprietăţile mecanice ale formaţiunii, cu efecte directe asupra stabilităţii pereţilor găurii de sondă (micşorarea diametrului găurii de sondă).

2. *Hidratarea şi dispersarea argilelor*

A doua cauză importantă a instabilităţii pereţilor găurii de sondă o constituie hidratarea şi dispersarea argilelor. Dispersarea se referă la dezintegrarea continuă şi adresea rapidă a rocilor argiloase atunci cînd sînt puse în contact cu fluidul de foraj pe bază de apă. Gradul de dezintegrare (dispersare) reflectă, de regulă, cantitatea de argile expandabile (illit, clorit caolinit).

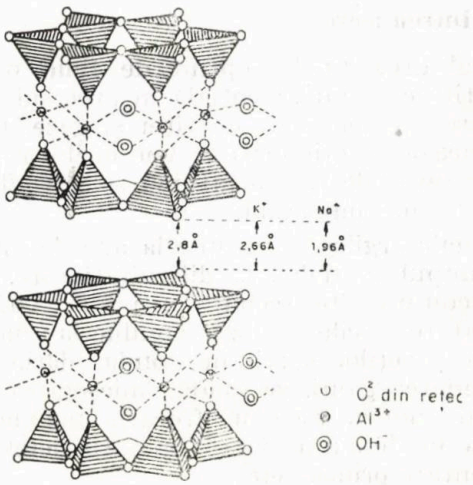


Fig. 1. Structura montmorillonitului (după Hoffmann şi Magdefrau)

*) Forţa de compactizare reprezintă diferenţa dintre presiunea litostatică şi presiunea din porii rocii argiloase.

**) Activitatea este o mărime (de la 0—1,0) care indică cu cît diferă proprietăţile electrochimice ale apei dintr-o soluţie de electrolit, de proprietăţile apei pure. Ea depinde, în primul rînd, de tipul şi de cantitatea de electrolit dizolvat în apă (cînd concentraţia este mare, activitatea este mică).

Hidratarea argilelor expandabile produce degradarea proprietăţilor mecanice ale rocii argiloase (reducerea rezistenţei la compresiune, apariţia fisurilor, tendinţe de sfărîmare etc.),

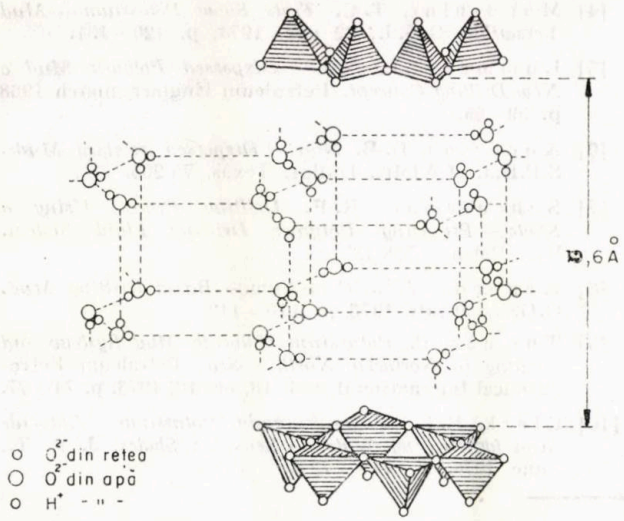


Fig. 2. Fixarea moleculelor de apă între stratele tetraedrice (după Hendricks şi Zefferson)

cu acţiune directă asupra stabilităţii pereţilor găurii de sondă (dărîmarea şi creşterea diametrului găurii de sondă).

3. *Presiunea anormală*

Argilele geopresurizate constituie o altă cauză a instabilităţii pereţilor găurii de sondă. Aşa după cum s-a arătat, în procesul de formare a rocilor, fluidele sînt eliminate continuu din formaţiunile argiloase în zonele nisipoase poroase. În unele cazuri — prin procese de faliere — secţiunile argiloase pot fi izolate (etanşate). Fluidele rămîn, astfel, prinse în roca argiloasă care, supusă presiunii litostatice crescînde, face ca presiunea din porii rocii să se mărească semnificativ. În unele cazuri, presiunea din pori se apropie de presiunea litostatică. În procesul de foraj, astfel de formaţiuni conduc la dificultăţi de tipul dărîmarea pereţilor găurii de sondă.

Controlul formaţiunilor argiloase cu presiuni anormale se realizează, de regulă, prin creşterea densităţii fluidului de foraj, pînă cînd presiunea hidrostatică balansează presiunea litostatică. Paralel se urmăreşte însă şi controlul proceselor de hidratare a rocilor argiloase.

III. Controlul hidratării rocilor argiloase

Fluidul de foraj compatibil cu rocile argiloase contribuie la stabilizarea acestora ca urmare a realizării unui mediu inhibitiv, care previne desfăşurarea proceselor de hidratare. Fluidele de foraj pe bază de produse petroliere previn hidratarea de suprafaţă (faza continuă fiind constituită dintr-o hidrocarbură) şi controlează hidratarea osmotică, prin reglarea activităţii fazei apoase dispersate.

Fluidele de foraj pe bază de apă pot minimiza hidratarea osmotică, dar nu pot controla hidratarea de suprafaţă. Caracterul inhibitiv al fluidelor de foraj pe bază de apă se realizează prin utilizarea polimerilor şi electroliţilor. Polimerii se adsorb pe suprafaţa particulelor de argilă, formînd membrane hidrofobe, care reduc interacţiunea argilă-apă, iar electroliţii satisfac sarcinile electrice de pe suprafaţa particulelor de argilă, schimbîndu-le caracterul electrochimic. Dintre polimerii utilizaţi curent în procesul de preparare a fluidelor se remarcă: poliacrilamidele, poliacrilonitrilii, copolimerii de tipul: anhidridă maleică — acetat de vinil, vinil sulfonat — vinilamidă, derivaţi celulozici şi lignosulfonici.

Dintre electroliţii folosiţi (clorura de sodiu, clorura de calciu, clorura de potasiu, clorura de amoniu) clorura de potasiu a dat rezultatele cele mai bune.

Asupra mecanismului prin care ionii de potasiu reduc desfăşurarea procesului de hidratare, părerile sînt împărţite [2; 4; 8]. Mecanismul „schimbului cationic" — atribuie reducerea procesului de umflare a argilelor, formării montmorillonitului de potasiu ca urmare a înlocuirii ionilor de sodiu şi de calciu din argilă cu ionii de potasiu din fluidul de foraj. Prin mecanismul „sorbţiei şi fixării selective a cationilor — unanim recunoscut —, reducerea procesului de hidratare a rocilor argiloase se atribuie dimensiunii şi energiei de hidratare a cationilor".

Conform acestui mecanism, cationii, funcţie de dimensiune, pot pătrunde în spaţiile dintre două strate tetraedrice dispuse în inele hexagonale, la distanţa de 2,8 A° (fig. 1), reducînd posibilitatea pătrunderii moleculelor de apă în interiorul reţelei argilei.

În tabelul 1 sînt prezentate dimensiunile şi energiile de hidratare ale principalilor cationi semnalizaţi în compoziţia fluidelor de foraj.

Tabelul 1

Dimensiunile şi energiile de hidratare ale cationilor

Cationul	Diametrul ionic, A°	Energia de hidratare, kcal/mol
NH_4^+	2,86	—
K^+	2,66	—79
Ca^{++}	2,12	—
Na^+	1,96	—99
Fe^{++}	1,66	—
Mg^{++}	1,56	—
Li^+	1,56	—128

După cum se constată, ionul de potasiu, avînd diametrul (2,66 A°) puţin mai mic decît distanţa dintre două strate tetraedrice, pătrunde

etanș în interiorul rețelei, realizînd o compactizare cristalină. În plus, energia scăzută de hidratare a potasiului contribuie la reducerea numărului de molecule de apă dintre strate și la apropierea stratelor (formarea unei structuri compacte).

Cationii mici și cu energii de hidratare ridicate (Na^+ ; Ca^{2+}) pătrund între stratele tetraedrice sub formă de cationi hidratați, facilitînd astfel desfășurarea proceselor de hidratare.

Rezultă că, în cazul fluidelor de foraj pe bază de apă, cationii cu energii de hidratare redusă, de exemplu K^+, sînt nehidratați și liberi să interacționeze cu suprafața anionică a argilei și să compacteze rețeaua cristalină, spre deosebire de cationii (Na^+ ; Ca^{+2}) hidratați care sînt înconjurați cu strate de molecule de apă.

Bibliografie

[1] Chenevert, M. F. *Shale Control with Balanced Oil — Continuous Muds.* J.P.T., oct. 1970, p. 1 309—1 316.

[2] Denis F. A' Brien *Stabilizing Sensitive Shale with Inhibited Potassium — Based Drilling Fluids.* J. P. T., sept. 1973, p. 1 089—1 099.

[3] Kendall, H. A. *Clay Mineralogy and solutions to the clay Problems in Normay,* J.P.T., ian. 1974, p. 25—31.

[4] Mondshine, T. C. *Tests Show Potassium — Mud Versatility.* O.G.J., 22 apr. 1974, p. 120—131.

[5] Lummus, J. L. *Non — Dispersed Polymer Mud a New Drilling Concept.* Petroleum Enginer, march 1968 p. 59—65.

[6] Anderson, D. B. *Non — Dispersed weighted Muds.* S.P.E.J. of AIME, Dallas, Texas, 75 206.

[7] Scheuerman, R. F. *Drilling Process Using a Shale — Protecting Polymer Drilling Fluid Sistem.* U.S. Patent 3 738 437.

[8] Kennedy, J. L. *Potassium — Based Drilling Mud.* O.G.J., 30 iuly 1973 p. 110—112.

[9] Tubman, P. *Potassium Chloride Mud Systems aid Drilling in Northern North — Sea.* Petroleum Petrochemical International, vol. 13, nr. 10, 1973, p. 74—77.

[10] Clark, R. K. *Polyaccrylamide/Potassium — Chloride Mud for Drilling Water — Sensitive Shales.* J. P. T., June 1976, p. 719—727.

Evacuarea lichidelor acumulate în sondele de gaze naturale

Dr. ing. **V. Truică**
ing. **G. Holdiș**
I.C.P.P.G. Cîmpina

I. Generalități

Dintre dificultățile întîlnite la exploatarea sondelor de gaze naturale, acumularea de lichide în filtrul sondei este considerată cea mai importantă, întrucît conduce la reducerea productivității sondelor și a randamentului instalației de extracție prin :

— creșterea presiunii de fund în condițiile de curgere ;

— creșterea saturației în lichide în jurul găurii de sondă ;

— producerea fenomenului de blocaj al formațiunii productive prin umflarea marnelor.

Cunoașterea fenomenelor specifice care apar pe parcursul exploatării sondelor de gaze naturale în sistemul strat-sondă și a factorilor care influențează formarea și acumularea lichidelor în sonde contribuie la stabilirea metodelor adecvate de combatere a procesului de acumulare și a metodelor de evacuare continuă a lichidelor formate în timpul exploatării.

Prezența lichidului în sondele de gaze naturale este determinată, frecvent, de existența uneia sau a mai multor surse de formare a lichidelor în sonde :

- umiditatea gazelor naturale din zăcămînt, respectiv condensarea vaporilor de apă ;
- conținutul în hidrocarburi intermediare (C_3—C_6) și grele (C_7+), respectiv condensarea normală sau retrogradă a acestora ;
- apă de zăcămînt sau apă tehnică.

Cercetările efectuate asupra surselor de formare a lichidelor în sondele de gaze și a factorilor specifici care contribuie la formarea acestora au condus la elaborarea unor metode pentru determinarea cantităților de lichide existente în sondele de gaze [1].

Pentru formarea acumulărilor de lichide în sondele de gaze, în afară de condiția necesară dar nu suficientă a existenței uneia sau a mai multor surse de formare a lichidelor în sondele de gaze, condiția principală este ca energia fazei gazoase (gazele naturale) să fie insuficientă pentru antrenarea lichidelor la suprafață.

Cercetările efectuate au stabilit că energia gazelor în curgerea lor ascensională în țevile de extracție este determinată de valoarea vitezei de curgere care, pentru a putea asigura antrenarea lichidelor la suprafață, trebuie să fie mai mare decît viteza limită a unei picături de lichid aflată în cădere liberă. Stabilirea relației de calcul și a posibilităților practice de determinare a valorii vitezei minime prezintă o importanță deosebită pentru operatorul de extracție, întrucît pe baza acesteia se poate acționa asupra regimului de exploatare a sondelor, astfel ca viteza de curgere realizată să fie totdeauna, dacă este posibil, mai mare decît viteza minimă.

Această problemă a fost studiată în condiții de laborator pe mai multe modele fizice, dintre care modelul micilor picături de lichid, antrenate de curentul de gaze, permite stabilirea

formulei de calcul a vitezei minime care corespunde cel mai bine cu rezultatele din şantier.

Această viteză este în funcţie de: dimensiunea, forma şi densitatea particulei, precum şi de densitatea şi vîscozitatea fluidului. Dispunînd de mai multe date pentru un grup de sonde, se poate construi o nomogramă prin care, cunoscînd presiunea de la capul de erupţie, la ţevile de extracţie, secţiunea de curgere şi temperatura gazelor se poate citi direct viteza minimă.

Aplicarea metodelor şi dispozitivelor de completare şi producere a sondelor de gaze naturale pentru evacuarea lichidelor acumulate în timpul exploatării este determinată de evoluţia exploatării sondelor şi, în mod deosebit, de presiunea dinamică şi raţia gaz-lichid. Din variaţia în timp a acestor factori, redată în figura 1, se poate stabili perioada în care este necesar aplicarea de măsuri suplimentare pentru

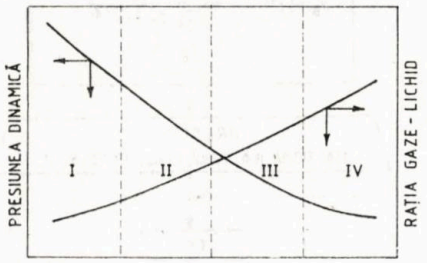


Fig. 1. Variaţia în timp a presiunii dinamice şi raţiei gaze-lichid.

asigurarea unei exploatări fără dificultăţi provocate de acumularea fluidelor în gaura de sondă.

Intervalul I reprezintă perioada de timp în care zăcămîntul are o energie suficientă pentru a evacua continuu lichidele formate în gaura de sondă.

Intervalul II reprezintă perioada de timp în care zăcămîntul are o energie suficientă pentru o evacuare intermitentă a lichidului format în dopuri, mai mici sau mai mari.

Intervalul III reprezintă perioada de timp în care zăcămîntul are o energie insuficientă evacuării lichidului, care începe să se acumuleze în sonde în timpul exploatării, făcînd necesară intervenţia operatorului pentru aplicarea unor metode şi dispozitive de evacuare, utilizînd energie din surse externe.

În intervalul IV sonda este inundată, nu mai produce şi continuarea exploatării este, în general, neeconomică.

În literatura de specialitate sînt idicate mai multe metode şi dispozitive experimentate sau aplicate, în vederea îmbunătăţirii exploatării sondelor de gaze naturale, a prezervării şi refacerii productivităţii acestora.

Acestea pot fi grupate în:

— metode de completare şi producere a lichidului din sondele de gaze naturale fără mijloace mecanice;

— metode de completare şi producere a lichidului din sondele de gaze naturale folosind mijloace mecanice;

— metode de completare şi producere a lichidului din sondele de gaze naturale folosind agenţi de spumare.

II. Metode de completare şi producere a lichidului din sondele de gaze naturale fără mijloace mecanice

Aceste metode sînt caracteristice sondelor de gaze naturale care exploatează zăcăminte cu energie suficientă pentru a asigura evacuarea lichidelor, respectiv perioada a II-a de exploatare. Se are în vedere ca prin crearea unor anumite condiţii de exploatare să se asigure, în tot timpul curgerii gazelor în sondă, o viteză mai mare decît viteza minimă necesară evacuării lichidelor din sondă.

1. *Completarea sondelor cu ţevi de extracţie corespunzător datelor de prevedere a exploatării, fixate la baza intervalului perforat*

Pentru dimensionare se foloseşte relaţia lui Smith pentru curgerea verticală a gazelor.

$$Q = 3\,223\left[\frac{d^5}{\gamma T_m Z_m \lambda H}\,(P_s^2 - P_t^2\, e^s)\frac{s}{e^s - 1}\right]^{1/2}$$

în care:

Q	reprezintă	debitul de curgere al gazelor Nm^3/zi;
P_s	—	presiunea de fund în dreptul perforaturilor, bari;
P_t	—	presiunea la capul de erupţie, bari;
e	—	2,7183 (baza logaritmului natural);
s	—	$\frac{0{,}0683\ \gamma H}{T_m Z_m}$
T_m	—	temperatura medie, °K;
γ	—	greutatea specifică a gazelor în raport cu aerul la 20°C şi 1 at;
H	—	adîncimea, m;
d	—	diametrul ţevilor de extracţie, cm;
λ	—	coeficient de frecare adimensional.

Pe parcursul exploatării este posibil să fie necesară redimensionarea ţevilor de extracţie în sensul reducerii diametrului acestora, care să conducă la mărirea vitezei de curgere a gazelor şi antrenarea lichidelor.

2. *Producerea sondei cu un debit mai mare decît debitul limită admisibil*

Debitul limită admisibil este debitul sondei la care, pentru un anumit mod de echipare, rezultă condiţiile (presiune, temperatură, den-

sitate etc.) și viteza necesară și suficientă pentru evacuarea continuă a lichidului format în sondă.

În literatura de specialitate sînt indicate mai multe metode analitice de estimare a acestui debit limită (Jones [3; 4], Vitter [6], Kojevnikov [5], Duggan [7], Ciașkin [8], Shirkovsky [9], Turner [2]).

În general, aplicarea acestor metode constă în varierea regimului de exploatare al sondei, în sens crescător sau descrescător, în funcție de posibilități (formațiune consolidată sau neconsolidată), executarea de măsurători de presiuni, debite și stabilirea vitezei minime, respectiv a debitului minim la care în sondă nu se produc acumulări. Aceste metode sînt, în general, orientative, ele redînd o imagine asupra momentului din exploatarea sondelor la care începe formarea acumulărilor.

Studiile și cercetările efectuate la Institutul de cercetări și proiectări pentru petrol și gaze Cîmpina, asupra relației dintre viteza minimă și debitul limită admisibil și asupra variației înălțimii de lichid acumulat în funcție de debitul de gaze, au condus la elaborarea mai multor metode de calcul sau de determinare a debitului limită admisibil de exploatare q și anume:

— metoda analitică, folosind calculatorul FELIX C—256, pentru care s-a realizat programul DECOL—1 în limbaj FORTRAN;

— metoda grafică, folosind o nomogramă cu scări logaritmice;

— metoda experimentală, prin încercări și măsurători la sondă și prelucrarea grafică a variației debitului de lichid în funcție de debitul de gaze sau prelucrarea analitică a datelor (înălțimea de lichid în sondă și debitul de gaze) cu ajutorul programului DECOL—2 în limbaj FORTRAN.

Metoda analitică de calcul a debitului limită admisibil de exploatare al sondelor care asigură evacuarea continuă a lichidelor acumulate și respectiv viteza limită de antrenare a picăturilor de lichide, utilizează următoarele relații [2]:

$$V_g = C_1\,\sigma^{1/4}\cdot\frac{(\rho_1 - C_2 d_g P)^{1/4}}{(C_2\cdot d_g\cdot P)^{1/2}},\ \text{m/s}$$

$$q = C_3\frac{V_g\cdot A\cdot P}{(T+273)\cdot Z},\ \text{mii Nm}^3/\text{zi},$$

în care:

C_1, C_2, C_3 — coeficienți;
σ — tensiunea superficială, dyne/cm;
ρ_1 — densitatea lichidului, kg/dm³
d_g — densitatea relativă a gazelor față de aer;
P — presiunea la gura sondei, bari;
T — temperatura la gura sondei, °C;
Z — factorul de abatere al gazelor la P și T;
A — suprafața de curgere, m².

Schema logică a programului de calculator DECOL—1 (fig. 2), care are la bază prelucrarea

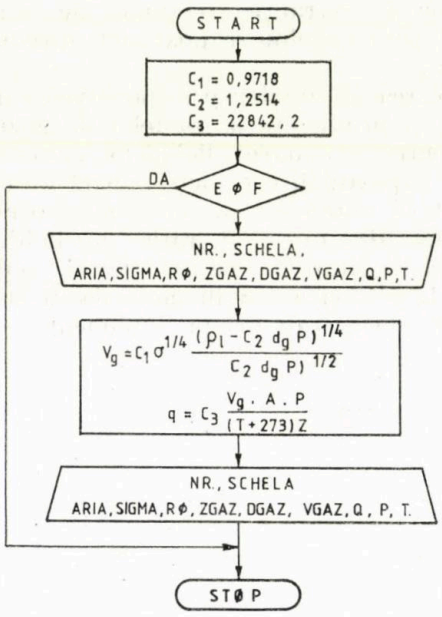


Fig. 2. Schema logică a programului de calculator.

relațiilor de mai sus, împreună cu variabilele programului, sînt redate în continuare

NR	= nr. sondei	ZGAZ = Z
SCHELA	= denumirea schelei	
ARIA	= A	DGAZ = d_g
SIGMA	= σ	VGAZ = v_g
RØ	= ρ_1	Q = q
		P = P
		T = T

În ceea ce privește metoda grafică, aceasta folosește o nomogramă care are la bază relațiile folosite în metoda analitică. Nomograma se construiește pentru un grup de sonde sau pentru un zăcămînt în cazul în care sondele produc lichide cu σ și ρ_1 aproximativ egale, iar gazele extrase au aproximativ aceleași d_g. Deși ușor de utilizat, inițial necesită un volum mare de măsurători la sonde, fapt care o face greu de aplicat.

În mod obișnuit pentru sonde izolate sau cu condiții de exploatare deosebite, stabilirea debitului limită admisibil se face prin încercări și măsurători directe la sondă.

3. *Purjarea manuală periodică*

Metoda este folosită în mod curent la formațiuni consolidate și constă în producerea sondelor pe duze cu diametre mult mai mari decît cele de lucru sau pe liber.

III. Metode de completare și producere a lichidului din sondele de gaze naturale folosind mijloace mecanice

Aplicarea acestor metode este recomandată în perioada în care sondele nu mai dispun de energia suficientă pentru a evacua continuu acumulările de lichide, respectiv în perioada a II-a și a III-a de exploatare. În principal, aceste metode se disting între ele după modul de evacuare a lichidelor, sursa de energie și echipamentul utilizat.

1. *Metode de evacuare intermitentă a lichidului utilizînd energia zăcămîntului*

În această categorie sînt cuprinse următoarele metode.

a. Purjarea periodică controlată la suprafață prin care, cu ajutorul unui programator de timp prevăzut cu ceasornic, se acționează automat, la anumite perioade de timp, asupra unui robinet cu membrană care închide și deschide coloana țevilor de extracție pentru evacuarea lichidelor acumulate în sonde; are dezavantajul că perioada optimă între două purjări și durata purjării trebuie determinate prin metoda „încercare și eroare".

b. Completarea și producerea sondei cu piston liber

Pistonul liber are rolul de a crește randamentul metodei de purjare periodică controlată a sondei prin reducerea alunecării lichidului în timpul curgerii ascensionale în coloana țevilor de extracție. Această metodă este, în general, evitată deoarece în timpul funcționării au loc frecvente opriri ale pistonului în țevile de extracție, care necesită intervenții dificile pentru extragerea acestuia.

2. *Metode de evacuare continuă a lichidului utilizînd energie din surse externe*

Aplicarea acestor metode, prezentate în continuare, este recomandată, în general, în perioada a III-a de exploatare a sondelor de gaze naturale, cînd energia zăcămîntului nu mai asigură evacuarea lichidelor acumulate.

a. Completarea și producerea sondei cu ejector de gaze

Metoda se poate aplica la sondele de gaze la care presiunea de la capul de erupție este în scădere și apropiată de presiunea din conducta de transport, iar debitul redus de gaze nu mai asigură evacuarea lichidelor acumulate. În aceste condiții, prin montarea unui ejector de gaze la sondă și utilizarea unei surse externe de energie, respectiv energia cinetică a unor gaze de presiune mult mai ridicată, se poate obține reducerea presiunii la capul de erupție al sondei și, respectiv, evacuarea lichidelor acumulate prin creșterea vitezei de curgere a gazelor în țevile de extracție.

Metoda ridică probleme la sondele care produc cantități importante de lichide, din formațiuni productive neconsolidate. De asemenea, în timpul exploatării este posibilă apariția criohidraților, fiind necesară consumarea unei energii suplimentare, pentru ridicarea temperaturii gazelor deasupra punctului de formare a hidraților.

b. Completarea și producerea sondei prin gazlift continuu

Metoda se poate aplica la sonde de gaze cu presiuni mari de fund, utilizînd ca sursă de energie gaze de mare presiune. Proiectarea instalației de gazlift și echiparea sondei este asemănătoare sondelor de țiței, cu mențiunea că la sondele de gaze, țevile de extracție sînt fixate la baza perforaturilor. Pentru pornirea sondei se pot folosi supape de pornire cu silfon metalic multistrat, convenționale sau recuperabile.

c. Completarea și producerea sondei prin pompaj de adîncime

La sondele la care presiunea de fund scade, ajungînd la valori foarte reduse și la care sistemele de gazlift nu mai pot funcționa, evacuarea lichidului acumulat în sonde se poate realiza în mod eficient prin pompaj de adîncime, pînă la epuizarea completă a zăcămîntului. Aplicarea pompajului prezintă avantajul că evacuarea lichidului din sondă nu depinde de viteza de curgere a gazelor și eficacitatea metodei nu este influențată de cantitatea de lichid acumulată. Metoda prezintă dezavantajul că aplicarea necesită investiții mari pentru instalațiile de fund, de suprafață și un personal operativ specializat și numeros. Echiparea și exploatarea sondelor de gaze prin această metodă este asemănătoare cu a sondelor de țiței. Se aplică, în general, la sonde de adîncime mică și cu debite mari de apă.

IV. Metode de producere a lichidului din sonde de gaze naturale folosind agenți de spumare

În condițiile existenței unei acumulări de lichide în sondele de gaze naturale, energia necesară evacuării acestora este cu mult mai mare decît în cazul evacuării continue a lichidelor formate.

În această situație, cercetările efectuate în cadrul I.C.P.P.G. Cîmpina au stabilit că evacuarea poate fi mult ușurată prin utilizarea agenților de spumare, fără a fi necesare alte surse externe de energie.

Experimentele din laborator și din șantier au confirmat soluția tehnică propusă și, pe baza rezultatelor obținute, s-au elaborat și aplicat la sonde următoarele tehnologii și echipamente :

— procedeul de evacuare a lichidelor acumulate într-o sondă (brevet R.S.R. nr. 69.995);

— instalație pentru evacuarea lichidului acumulat în sonde de gaze (brevetul R.S.R. nr. 71.981 care a obținut premiul al III-lea de participare la Salonul național de invenții — București 1979).

Procedeul elaborat și brevetat constă în ridicarea la suprafață a lichidului acumulat, sub formă de coloană de spumă, de către gazele produse de sondă. Ca agenți de spumare au fost testați, în diferite condiții de presiune, temperatură și pentru diverse fluide, agenți activi de suprafață de tip anionic, cationic sau neionic.

Rezultatele cele mai bune au fost obținute cu amestecul sinergetic E 96—1 + AAS—15 (1 : 1), cunoscut sub denumirea de SP—1575 N, care s-a stabilit că este recomandat să se introducă în sondă în concentrație de 10%. Cantitatea de soluție necesară este calculată astfel încît, împreună cu lichidul acumulat în sondă, să formeze o soluție cu 0,5% agent de spumare pur.

În tabelul 1 se indică cantitatea de agent de spumare (SP—1575 N) și apă necesare, în funcție de cantitatea de lichid acumulată în sondă.

Tabelul 1

Cantitatea de lichid acumulată în sondă, l	Cantitatea de agent de spumare (SP—1575N), kg	Cantitatea de apă pt. a obține soluția de 10%, kg
100	1,5	13
250	3,5	30
500	7,0	60
700	9,5	85
800	11,0	100
1000	13,5	120

Pentru experimentarea la sonde a procedeului elaborat, tehnologia de lucru a necesitat conceperea și realizarea, în cadrul I.C.P.P.G Cîmpina, a unei instalații de injecție cu pompă dozatoare, acționată de presiunea gazelor naturale.

Instalația pentru evacuarea lichidului acumulat în sondele de gaze naturale (fig. 3) se compune, în principal, din :

— pompă pneumatică dozatoare;

— sistem de alimentare cu agent spumant;

— sistem de comandă, control, condiționare și alimentare cu agent pneumatic (gaze naturale la presiune).

Pompa pneumatică dozatoare (fig. 4), considerată ca fiind partea principală a instalației, este constituită din următoarele subansamble principale :

— motor pneumatic de tip cu membrană și arc de rapel, *1*;

— distribuitor rotitor, *2*;

— pompă cu plunjer (care poate folosi prin schimbarea cămășilor o gamă de 3 plunjere : Ø 10 ; Ø 14,2 și Ø 22,8 mm, *3*;

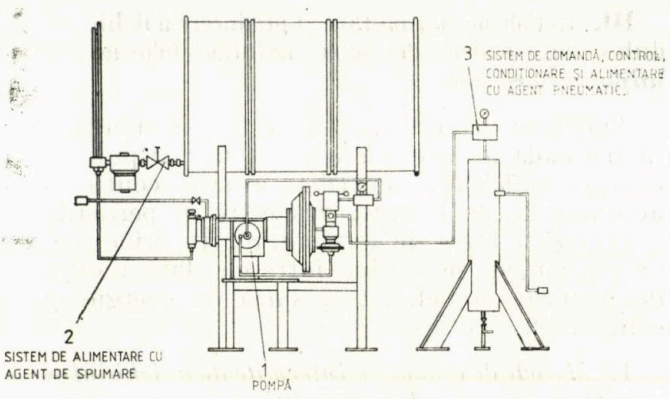


Fig. 3. Instalația de evacuare a lichidului acumulat la sondele de gaze naturale.

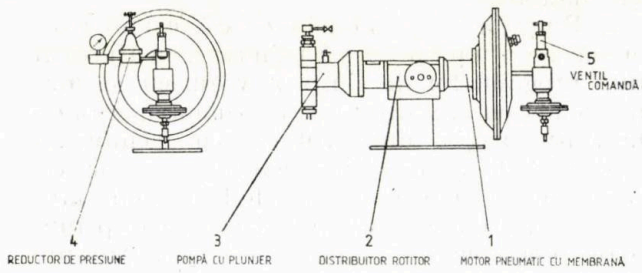


Fig. 4. Pompă pneumatică dozatoare.

— reductor de presiune pentru agentul pneumatic, *4*;

— ventil de comandă, *5*.

Pe baza experimentării la sonde a instalației și a măsurătorilor efectuate pentru mai multe regimuri de funcționare realizate (fig. 5 ; 6 ; 7 ; 8) s-au construit diagramele cu variația performanțelor obținute, stabilindu-se totodată următoarele caracteristici de funcționare :

— presiunea de refulare de la 0 la 400 bari;

— debitul de lichid injectat de la 2 la 450 l/zi;

— presiunea maximă a agentului pneumatic, 4 bari;

— presiunea minimă a agentului pneumatic 1,5 bari;

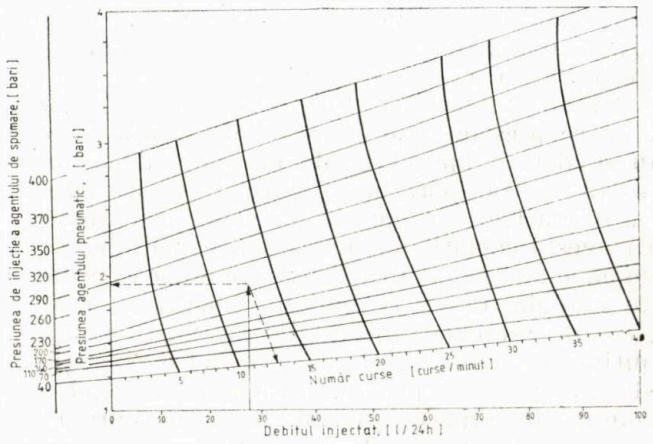


Fig. 5. Diagrama de variație a caracteristicilor funcționale pentru plungerul cu diametrul 10 mm.

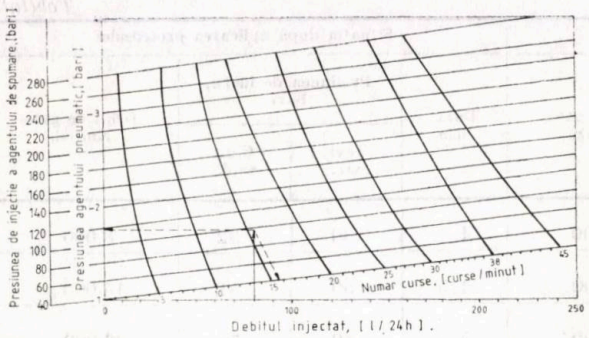


Fig. 6. Diagrama de variaţie a caracteristicilor funcţionale pentru plungerul cu diametrul de 14,2 mm.

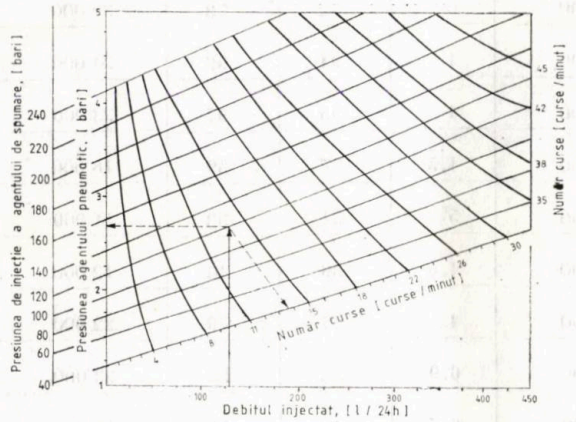


Fig. 7. Diagrama de variaţie a caracteristicilor funcţionale pentru plungerul cu diametrul de 22,8 mm.

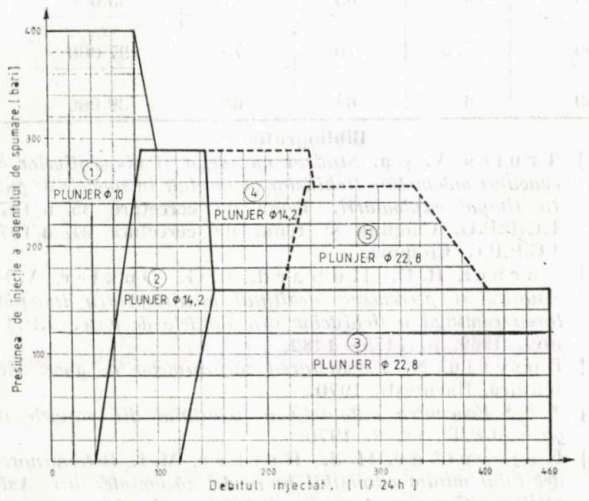


Fig. 8. Zonele optimale de lucru corespunzătoare plungerelor cu care se poate echipa pompa pneumatică dozatoare.

— numărul maxim de curse, 45 curse/min;
— debitul maxim de agent pneumatic, 8 Nm^3/h.

Din analiza diagramelor şi a performanţelor obţinute la sondă, s-a stabilit că instalaţia funcţionează corespunzător în intervalul de 10—30 curse/min.

Pentru experimentarea în şantier a procedeului de evacuare a lichidului din sondele de gaze naturale, folosind agentul de spumare SP—1575 N, s-a considerat că performanţele şi caracteristicile de funcţionare ale instalaţiei elaborate sînt corespunzătoare condiţiilor de exploatare a sondelor de gaze naturale.

Stabilirea programului de aplicare a procedeului de evacuare a lichidului şi a cantităţilor de agent de spumare necesare la efectuarea experimentelor au avut la bază rezultatele cercetărilor efectuate la sonde asupra variaţiei gradienţilor de presiune în coloana de ţevi de extracţie.

Din analiza rezultatelor obţinute la cercetarea sondelor, s-a stabilit că în sondele de gaze naturale lichidul se prezintă sub formă de dopuri succesive de lichid şi gaze de-a lungul coloanei ţevilor de extracţie sau sub formă de nivel de lichid acumulat în sondă.

Studiile efectuate au stabilit că primul caz este caracteristic sondelor la care energia proprie a gazelor este satisfăcătoare asigurînd evacuarea intermitentă a lichidului acumulat în sondă, în timp ce în al doilea caz lichidul acumulat nu mai poate fi evacuat de gazele proprii şi nivelul lichidului din sondă continuă să crească, conducînd la scăderea productivităţii sondei şi, uneori, la oprirea din producţie.

Utilizînd instalaţia realizată la I.C.P.P.G. Cîmpina sub denumirea de „INJCHIM", procedeul de evacuare a lichidelor a fost aplicat la peste 80 sonde de pe 15 structuri: Bozed, Corunca, Dumbrăvioara, Vaidei-Iclanzel, Deleni-Hărînglab, Vlădeni, Finta-Gheboaia, Bilciureşti, Gura Suţii, Brăteşti, Tetoiu, Zătreni, Grădiste, Ghergheasa, Mărgineni obţinîndu-se, an de an, începînd din anul 1981, o producţie suplimentară de gaze naturale de peste 66 mil Nm^3. În tabelul 2 sînt redate rezultatele unor cercetări reprezentative pentru eficacitatea şi eficienţa aplicării procedeului şi instalaţiei elaborate.

Din analiza comportării sondelor s-a constatat că prin aplicarea procedeului elaborat se obţine evacuarea imediată (timp de 4—20 ore de la aplicare) a lichidului acumulat în sonde, înregistrîndu-se creşteri substanţiale ale debitului de gaze, cuprinse între 4 000 şi 30 000 Nm^3/zi sondă, ca urmare a creşterii presiunii diferenţiale de fund şi, implicit, a productivităţii sondei.

Comportarea ulterioară a sondelor la care s-a aplicat procedeul de evacuare a arătat că prin evacuarea lichidului acumulat şi creşterea debitului de gaze naturale se înlătură condiţiile acumulării lichidului, întrucît lichidele formate în sondă sînt evacuate continuu de gazele produse, datorită vitezei de curgere în coloana de ţevi de extracţie substanţial crescute.

În aceste condiţii, aplicarea procedeului şi instalaţiei pentru evacuarea lichidelor acumulate în sondele de gaze naturale, elaborate la

Tabelul 2

Sonda nr.	Situația înainte de aplicarea procedeului				Situația după aplicarea procedeului			
	Duza, mm	Presiunea de lucru, bari		Debit de gaze, Nm^3/zi	Duza, mm	Presiunea de lucru, bari		Debit de gaze, Nm^3/zi,
		Țevi extr.	Col. expl.			Țevi extr.	Col. expl.	
16 VLĂDENI	4	18	30	3 000	4	30	32	8 000
21 VLĂDENI	4,5	30	49	9 000	4,5	50	51	16 000
22 VLĂDENI	5,5	29	49	14 000	5,5	49	50	23 000
24 VLĂDENI	4	17	31	3 000	3	36	38	7 000
43 VLĂDENI	6	9	71	28 000	6	72	73	39 000
51 VLĂDENI	4	68	96	17 000	4	94	96	24 000
53 VLĂDENI	4	64	96	16 000	4	95	97	23 000
6 MĂRGINENI	4,5	45	54	11 000	4,5	57	59	18 000
7 MĂRGINENI	5	16	30	3 000	5	31	33	11 000
8 MĂRGINENI	4,5	19	38	5 000	4,5	39	40	12 000
203 GHEBOAIA	4	48	74	12 000	4	77	79	22 000
211 GHERGHEASA	6,9	29	57	3 000	6,9	55	58	23 000
216 GHERGHEASA	6,7	29	60	2 000	6,7	42	59	10 000
223 GHERGHEASA	5	90	116	33 000	5	114	116	45 000
47 GRĂDIȘTE	5	57	67	25 000	5	65	77	35 000
26 ZĂTRENI	5,5	57	70	30 000	5,5	70	75	37 000
42 TETOIU	6	42	66	16 000	6	64	68	39 000

I.C.P.P.G. Cîmpina, se recomandă a fi generalizate pe toate structurile gazeifere din România, la sondele de gaze naturale care prezintă dificultăți de exploatare datorită acumulării lichidelor în filtrul sondei.

Concluzii

În condițiile șantierelor gazeifere din R.S.R. pentru evacuarea acumulărilor de lichide din sondele de gaze se pot aplica.

a. Producerea sondelor la debite de gaze mai mari decît debitul limită admisibil determinat prin una din metodele elaborate în cadrul I.C.P.P.G. — Cîmpina : analitică, grafică sau experimentală.

b. Completarea și producerea sondelor folosind gaze cu presiune ridicată (ejector de gaze și gazlift continuu).

c. Procedeul de evacuare a lichidelor acumulate într-o sondă, Brevet R.S.R. nr. 69.995 și instalația pentru evacuarea lichidului acumulat într-o sondă, Brevet R.S.R. nr. 71.981.

Bibliografie

[1] Truica, V. ș. a. *Studiul metodelor și dispozitivelor de evacuare automată a lichidelor acumulate în sondele de gaze în timpul exploatării.* Tema de cercetare 35 n/1973 I.C.P.P.G. Cîmpina și tema de cercetare 31 n/1974 I.C.P.P.G. Cîmpina.

[2] Turner, R. G., Hubard, M. G., Dukler, A. E. *Analiza și prevederea debitului minim pentru îndepărtarea continuă a lichidelor din sondele de gaze.* J.P.T., nov. 1969, p. 1475—1482.

[3] Puscoiu, N. *Exploatarea zăcămintelor de gaze.* Ed. tehnică, București, 1970.

[4] * * * *Evacuarea automată a lichidului din sondele de gaze.* J.P.T., nr. 8, 1970.

[5] Kojevnikov, H. J., Barker, M. I. *Determinarea debitului minim admisibil la unele zăcăminte din Asia mijlocie.* Gazovoe delo, nr. 9/1972, p. 7—10.

[6] Vitter, A. L. *Testele de contrapresiune la sondele de gaz-condensat.* Drilling and Production Practice 1942, API p. 79—89.

[7] Duggan, J. O. *Estimarea debitului de curgere necesar a fine sondele de gaze descărcate.* J.P.T., dec. 1961, p. 1 173—1 176.

[8] Ciaskin, J. G. *Despre determinarea debitului minim admisibil la sondele de gaz-condensat.* Gazovoe delo, nr. 10/1968, p. 7—10.

[9] Shirkovsky, A. I. *Discuție la cercetarea unei noi metode de estimare a debitului minim necesar pentru continua îndepărtare a condensatului din sondele de gaze.* SPE 2937.

Probleme care impun luarea unor măsuri eficiente de prevenire a blocării stratului productiv la deschiderea lui prin foraj şi la operaţiile de punere în producţie pe structura din Bazinul Panonian

Ing. M. Gheorghiţoiu
chim. Ana Dineă
Institutul de petrol şi gaze Ploieşti

În legătură cu unele aplicaţii posibile ale particularităţii de comportare în procesele de foraj-extracţie, s-au efectuat lucrări de cercetarea fracţiilor, eventual dizolvabile în cîţiva acizi uzuali, ale unor roci din zăcămîntul productiv al structurii X.

Din punct de vedere stratigrafic, succesiunea depozitelor traversate de foraj pe structura X este următoarea :

— fundament, format din micaşisturi, de origine metamorfică, de obicei tectonizat, fisurat (la suprafaţă), destul de eterogen în sistemul lui de fisuri ;

— miocen, deşi nu prezintă fosile caracteristice, format dintr-un strat de conglomerate cu elemente de cuarţ (1—3 cm în diametru), matrice de obicei nisipoasă, rar grezoasă, slab consolidat, de grosime 40—50 m pe flancuri şi 5—10 m pe înălţimi, prezentate de fundament, peste care mulează perfect ;

— panonian inferior, predominant marnos, format dintr-o alternanţă de strate de marnă (mai groase), cu strate de nisipuri şi gresii calcaroase (bine individualizate) ;

— panonian superior, predominant nisipos, format din strate de nisipuri, pietrişuri, argile şi marne, necompactizate.

Zăcămîntul este cantonat în miocen şi extins în sistemul de fisuri prezentat de fundament ; dintre particularităţile lui citäm doar temperatura ridicată (aproximativ 125—130°C).

Pentru analize au fost folosite probele mecanice prelevate din zăcămînt din 13 sonde de pe această structură.

S-a folosit, în scopul citat, doar fracţia fină (sub 74 microni), din probele de rocă supusă analizelor, care a fost pusă în contact cu o soluţie de 15% HCl, la o temperatură de 100°C, pe o durată de 4 ore, după metodologia introdusă de colectivul laboratorului de fizicochimia zăcămintelor din I.P.G. Ploieşti [3 ; 4] ; fracţia rămasă a fost spălată cu apă distilată, uscată şi cîntărită, în vederea stabilirii procentului de fracţie dizolvată, iar apa de spălare a fost trecută în baloane cotate, în vederea stabilirii conţinutului de cationi.

Ionii de Ca^{++}, Mg^{++} şi Fe^{+++} au fost determinaţi cantitativ folosind metoda fotometriei în flacără, al cărei principiu este următorul [1] : pulverizarea cu ajutorul unui dispozitiv special a soluţiei de analizat în flacăra unui bec de gaz ; prin aceasta radiaţiile componentelor soluţiei în flacără se separă cu ajutorul unor filtre selective sau monocromatice şi, căzînd pe o celulă fotoelectrică, provoacă un curent electric care este înregistrat de un galvanometru sensibil. Valoarea acestui curent electric, în condiţii determinate de temperatură şi presiune, trebuie să fie proporţională cu concentraţia elementului excitat în flacără. Pentru flacără s-a folosit amestecul de gaze acetilenă-oxigen, care arde cu o temperatură măsurată de 3 100—3 137°C [1].

Pentru determinarea concentraţiei în cationi s-a folosit metoda curbei de calibrare ; soluţiile etalon folosite la etalonarea curbelor au fost :

10 g $CaCO_3$/l pentru determinarea concentraţiei în Ca^{++} ;

1 g Mg/l pentru determinarea concentraţiei în Mg^{++} ;

1 g Fe/l pentru determinarea concentraţiei în Fe^{+++}.

Rezultatele sînt trecute în tabelul 1.

Ionul de Al^{+++} a fost determinat calitativ prin metoda spectroscopiei.

Proba de analizat s-a evaporat în porţiuni totalizînd 1 cm^3 pe electrozi de grafit pur. După uscare, electrozii au fost expuşi în arc de curent alternativ la o intensitate de 6A şi înregistraţi fotografic la un spectrograf 0 24 Carl Zeiss Yena cu o pilă de cuarţ, rezoluţii medii şi înregistrare fotografică.

Pentru comparare s-a fotografiat pe aceeaşi placă emisia provocată de electrozi de aluminiu spectral pur.

Compararea s-a făcut la un proiector comparator. Rezultatele sînt trecute în tabelul 1.

Deşi nu s-a urmărit găsirea celei mai bune recepturi de tratare în vederea stimulării sondelor din care au fost prelevate carotele analizate, se poate observa din tabelul 1 procentul mare de fracţie dizolvată de acidul clorhidric HCl.

Tot din tabelul 1 se observă prezenţa importantă a cationilor unor metale în soluţia care conţine produsele reacţiei. Ne atrage atenţia ionul Fe^{+++}, cu o concentraţie de zeci, uneori sute miligrame per litru, concentraţie suficientă pentru ca soluţia să precipite (în absenţa altor ioni perturbatori), la o valoare a p*H*-ului în jurul valorii de 3 [2].

În sprijinul acestei presupuneri putem aduce şi faptul că temperatura zăcămîntului este mare (circa 125°C), temperatură la care agenţii

Tabelul 1

Proba	% dizolvat	mg Ca++/ 100 ml	mg Mg.++/ 100 ml.	mg Fe+++/ 100 ml	Al+++ calitativ	Alţi cationi	Observaţii
1	18,22	2,1	0,04	9,3	mult		
2	23,7	9,8	3,45	4,1	mult		
3	8,96	6,0	0,98	44	prezent	Si^{++++}	
4	29,2	8,7	0,9	5,5	mult		
5	48,9	3,8	0,06	30	mult	Cu^{++}	
6	2,27	0,06	0,96	4,3	prezent	Si^{++++}	Floculează la creşterea p*H*-ului
7	1,785	0,03	0,95	4,1	mult	Cu^{++}	
8	24,3	0,08	0,97	2,7	prezent		
9	8,72	3,2	1,08	6,0	prezent	Si^{++++} Cu^{++}	
10	16		3,7	2,0	prezent	Si^{++++}	
11	25,4	6,1	0,97	8,0	prezent		
12	35,1	0,358	0,9	2,6	mult	Si^{++++} Cu^{++}	
13	5,28	0,58	0,07	2,6	prezent		

de sechestrare (chiar şi sarea trisodică a acidului nitrilotriacetic) sau sarea tetrasodică a acidului EDTA, ca să nu mai vorbim de acidul acetic, au o eficienţă foarte scăzută [2].

De asemenea, trebuie ţinut cont de ionul Al^{+++}, prezent şi el în probele analizate, aşa cum se arată şi în tabelul 1.

Or, se ştie că ionul de Al^{+++}, din soluţiile acide de $AlCl_3$ precipită la creşterea p*H*-ului la 2—3 [5 ; 6 ; 7 ; 8]. Laboratorul de fizico-chimia zăcămintelor din I.P.G. Ploieşti a evidenţiat un rol cel puţin comparabil cu al ionului de fier pentru ionul de aluminiu, ale cărui precipitate $Al(OH)_3$ sînt ca şi cele ale fierului, asociate cu mari cantităţi de apă şi prezintă un volum şi efecte de blocare corespunzătoare [2].

Ţinînd cont de faptul că pregătirea şi realizarea unor astfel de operaţii de stimulare în sondele din zăcămîntul citat, plecînd de la considerentele de mai sus, este foarte dificilă, se recomandă, pentru viitoarele sonde ce se vor realiza pentru exploatarea acestui zăcămînt, să se pregătească programe adecvate pentru prevenirea blocării stratului în timpul deschiderii prin foraj şi al operaţiilor de punere în producţie.

Bibliografie

[1] Bănăţeanu, I. ş. a. *Metode fizico-chimice de analiză.* Ed. tehnică, Bucureşti, 1961.

[2] Manolescu, G. *Complemente de fizico-chimia zăcămintelor de hidrocarburi.* I.P.G. Ploieşti, 1977.

[3] * * * *Investigaţii complexe asupra carotelor unor formaţiuni productive din raza Trustului Petrolului Arad.* Contract 38/1980.

[4] * * * *Investigaţii complexe asupra carotelor unor formaţiuni productive din raza Trustului Petrolului Tîrgu-Jiu.* Contract 39/1980.

[5] Reed, M. G. *Stabilization of Formation Clays With Hydroxy-Aluminum Solutions.* J.P.T., iuly, 1972, p. 860.

[6] Coppel, C. P. ş. a. *Fields Results From Wells Treated With Hydroxy-Aluminum Solutions.* J.P.T., sept., 1973, p. 1 108.

[7] Lahav, N. ş. a. *Cross-Linked Smectites I. Synthesis and Properties Of Hydroxy-Aluminu Montmorilonite.* Clays § Clays Minerals, vol. 26, 1978, nr. 2, p. 107.

[8] Lahav, N., Shani, U. *Cross-Linked Smectites II. Floculation and Microfabric Characteristics Of Hydroxy-Aluminum Montmorilonite.* Clays § Clays Minerals, vol. 26, 1978, nr. 2, p. 116.

RECENZIE

Ing. *Miron Cristian*, dr. ing. *Sebastian Socol* și ing. *Alexandru Constantinescu*. CREȘTEREA PRODUCTIVITĂȚII ȘI RECEPTIVITĂȚII SONDELOR Ed. tehnică, București, 1982.

Lucrarea cuprinde metodele, tehnologiile și produșii utilizați în România și pe plan mondial, pentru refacerea și mărirea permeabilității sondelor, în scopul măririi afluxului de țiței și gaze și a creșterii injectivității sondelor. Pe baza principalelor caracteristici ale zăcămintelor de hidrocarburi se indică metode de stimulare, compozițiile și tehnologiile ce pot fi aplicate pentru fiecare caz analizat.

În prima parte se prezintă cunoștințele necesare înțelegerii și aplicării metodelor de stimulare pentru creșterea productivității sondelor de producție, a sondelor marine și de mare adîncime, precum și pentru mărirea receptivității sondelor de injecție pentru apă, gaze, aer, abur, soluții micelare, apă vîscoasă etc.

Se descriu cauzele care pot înrăutăți comunicația stratului cu sondele și influența acestora asupra productivității și injectivității. În continuare se prezintă fluidele de fisurare și materialele de susținere folosite la aplicarea procedeelor de fisurare hidraulică, neutră sau acidă a formațiunilor productive.

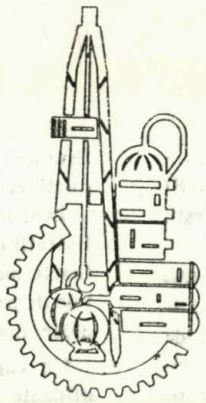
În mod special sînt analizate metodele de mărire a productivității ce pot fi aplicate la sondele de mare adîncime și de foarte mare adîncime. De asemenea, sînt prezentate elementele de proiectare și executare a operațiilor de stimulare a sondelor marine.

Un capitol aparte este rezervat prezentării substanțelor utilizate în operațiile de stimulare: acizi, inhibitori, alcooli, substanțe tensioactive etc. Ținînd seama de importanța micșorării agresivității soluțiilor de stimulare prin folosirea inhibitorilor de coroziune, se dau caracteristicile unor inhibitori ce se fabrică în țară, comparativ cu produse similare existente pe piața externă. În încheiere se prezintă măsuri de tehnica securității și protecția muncii în timpul operațiilor de stimulare.

Lucrarea se adresează specialiștilor care lucrează în probleme de extracție și stimulare a sondelor, din unitățile operative ale Ministerului Petrolului și Ministerului Geologiei, precum și cercetătorilor și proiectanților din domeniul exploatării petrolului și gazelor naturale.

INSTITUTUL DE PETROL SI GAZE

Bd. Bucureşti nr. 39 P.O. Box 10
Tel. 42279
2000 Ploieşti
ROMANIA



PETROLEUM AND GAS INSTITUTE

pregăteşte ingineri şi subingineri în profilele petrol, chimie şi mecanic prin următoarele facultăţi:

- FACULTATEA DE FORAJUL SONDELOR ŞI EXPLOATAREA ZACAMINTELOR DE PETROL ŞI GAZE

  Secţia: ingineri zi - cinci ani
  ingineri seral - şase ani
  subingineri seral - patru ani

- FACULTATEA DE TEHNOLOGIA ŞI CHIMIZAREA PETROLULUI ŞI GAZELOR

  Secţia: ingineri zi - cinci ani
  ingineri seral - şase ani
  subingineri seral - patru ani

- FACULTATEA DE UTILAJ TEHNOLOGIC

  Secţia: ingineri zi - cinci ani
  ingineri seral - şase ani
  subingineri seral - patru ani

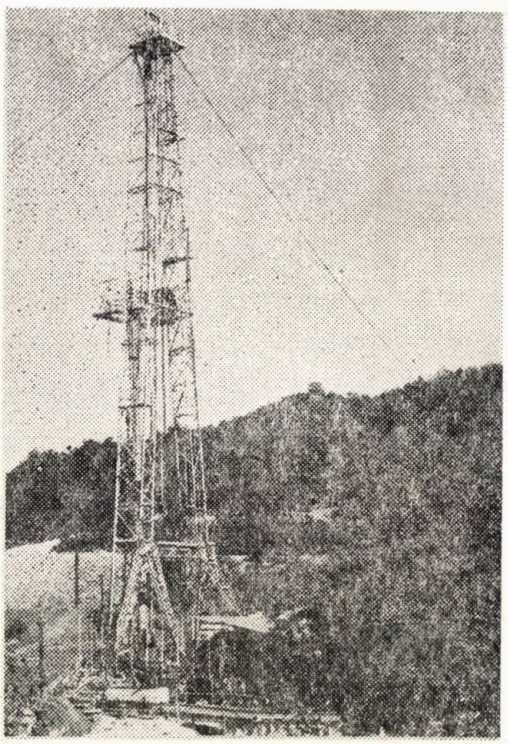
Institutul de petrol şi gaze acordă titlul de subinginer, inginer şi doctor inginer.

I.P.G. specializează ingineri din ţară şi de peste hotare în domeniile: Inginerie de zăcămînt; Extracţia petrolului; Construcţia şi exploatarea utilajului petrolier de rafinării şi petrochimie ; Construcţia şi exploatarea utilajului petrolier pentru foraj şi extracţie; Ingineria proceselor petroliere şi petrochimice.

Institutul acordă prin personalul didactic asistenţă tehnică de specialitate unităţilor industriale, de cercetare şi de învăţămînt superior.

is training engineers in petroleum, chemistry and mechanical fields by the following faculties:

- FACULTY OF PETROLEUM AND GASES DRILLING AND PRODUCTION
- FACULTY OF PETROLEUM REFINING AND PETROCHEMICAL ENGINEERING
- FACULTY OF TECHNOLOGICAL EQUIPMENT



Petroleum and Gas Institute awards the title of engineer and the doctorate degree.

The Institute organizes and provides the following post graduate university courses and specialization : Petroleum reservoir engineering; Petroleum production and recovery; Equipment for refineries and petrochemical plants; Equipment for drilling and production; Engineering of petroleum and petrochemical processes.

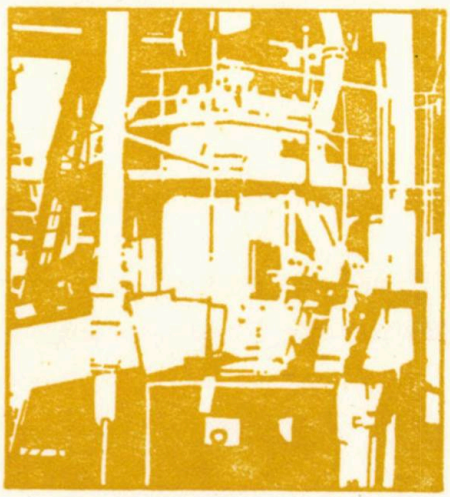
The institute grants technical assistance to industrial units, research centers and higher education institutes.

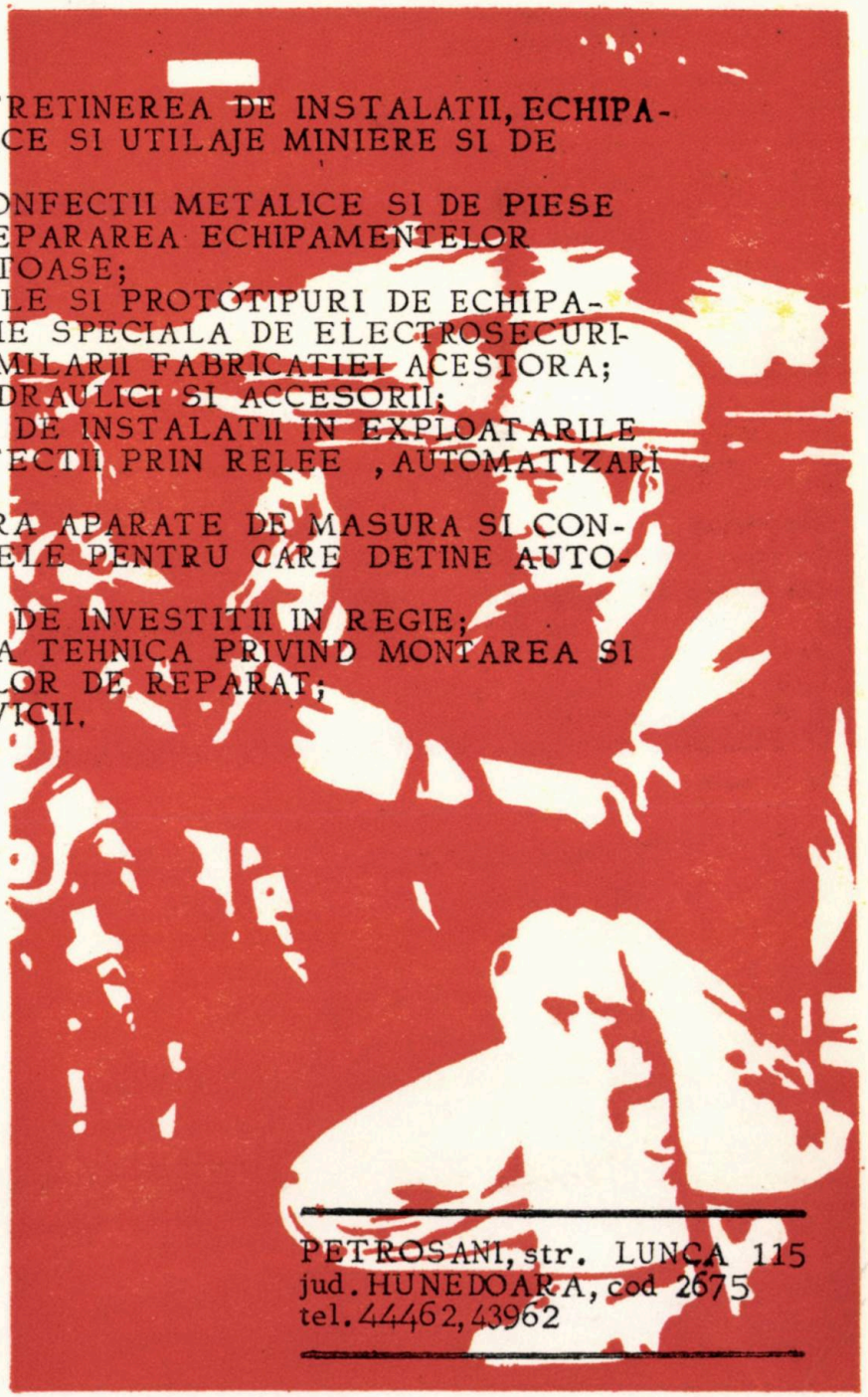
MINISTERUL MINELOR

întreprinderea de piese de schimb, reparații utilaje și echipamente electrotehnice miniere petroșani

execută:

- REPARAREA SI INTRETINEREA DE INSTALATII, ECHIPAMENTE ELECTROTEHNICE SI UTILAJE MINIERE SI DE PREPARARE;
- FABRICAREA DE CONFECTII METALICE SI DE PIESE DE SCHIMB PENTRU REPARAREA ECHIPAMENTELOR ELECTRICE ANTIGRIZUTOASE;
- REALIZEAZA MODELE SI PROTOTIPURI DE ECHIPAMENTE IN CONSTRUCTIE SPECIALA DE ELECTROSECURITATE IN VEDEREA ASIMILARII FABRICATIEI ACESTORA;
- FABRICA STILPI HIDRAULICI SI ACCESORII;
- EXECUTA LUCRARI DE INSTALATII IN EXPLOATARILE MINIERE PENTRU PROTECTII PRIN RELEE , AUTOMATIZARI SI MASURATORI;
- VERIFICA SI REPARA APARATE DE MASURA SI CONTROL LA ECHIPAMENTELE PENTRU CARE DETINE AUTORIZATIE;
- EXECUTA LUCRARI DE INVESTITII IN REGIE;
- ACORDA ASISTENTA TEHNICA PRIVIND MONTAREA SI DEMONTAREA UTILAJELOR DE REPARAT;
- PRESTARI DE SERVICII.





PETROSANI, str. LUNCA 115
jud. HUNEDOARA, cod 2675
tel. 44462, 43962

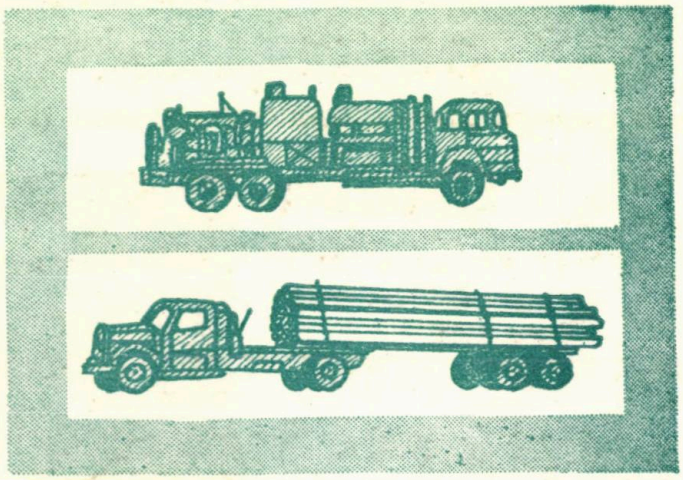
1983 JUL 2 6

MINISTERUL PETROLULUI

ÎNTREPRINDEREA DE CIMENTĂRI OPERAŢII ŞI TRANSPORTURI SPECIALE - PLOIEŞTI

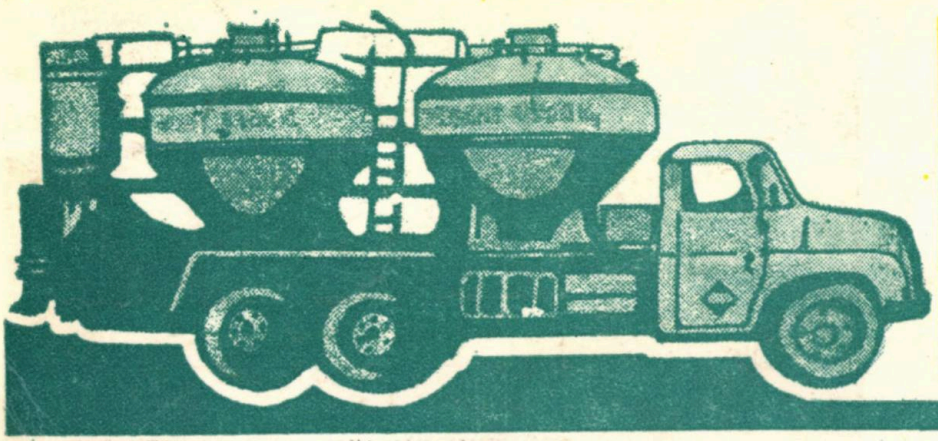
I.C.O.T.S.

execută



- Cimentări de sonde.
- Operaţii de intensificare a afluxului de ţiţei din strat în gaura de sondă, ca:
  - fisurări hidraulice;
  - fisurări acide;
  - acidizări;
  - consolidări de strate cu nisip.
- Operaţii de probare a stratelor.
- Operaţii speciale la sondele de mare adîncime şi sub presiune.
- Probe de presiune pentru verificarea etanşării coloanelor la sondele în foraj şi extracţie, determinări de spărturi în coloane.
- Analize de laborator pentru stabilirea reţetelor de cimentare a sondelor.
- Operaţii de punere în producţie şi de intensificare a afluxului de ţiţei cu instalaţia de pompare a azotului lichid.
- Inchirieri scule de manevră şi instrumentaţie pentru sondele în foraj şi extracţie.
- Operaţii de înşurubare a burlanelor la tubajul sondelor, cu cleşti mecanizaţi.
- Diverse lucrări specifice sondelor de foraj şi extracţie.
- Transporturi de utilaje grele şi instalaţii de foraj specifice industriei petroliere.

Str. Clopoţei nr. 2
PLOIESTI
Jud. Prahova
Telex: 19204
Telefon: 45421/263
12817



E-1445

MINE
PETROL
GAZE

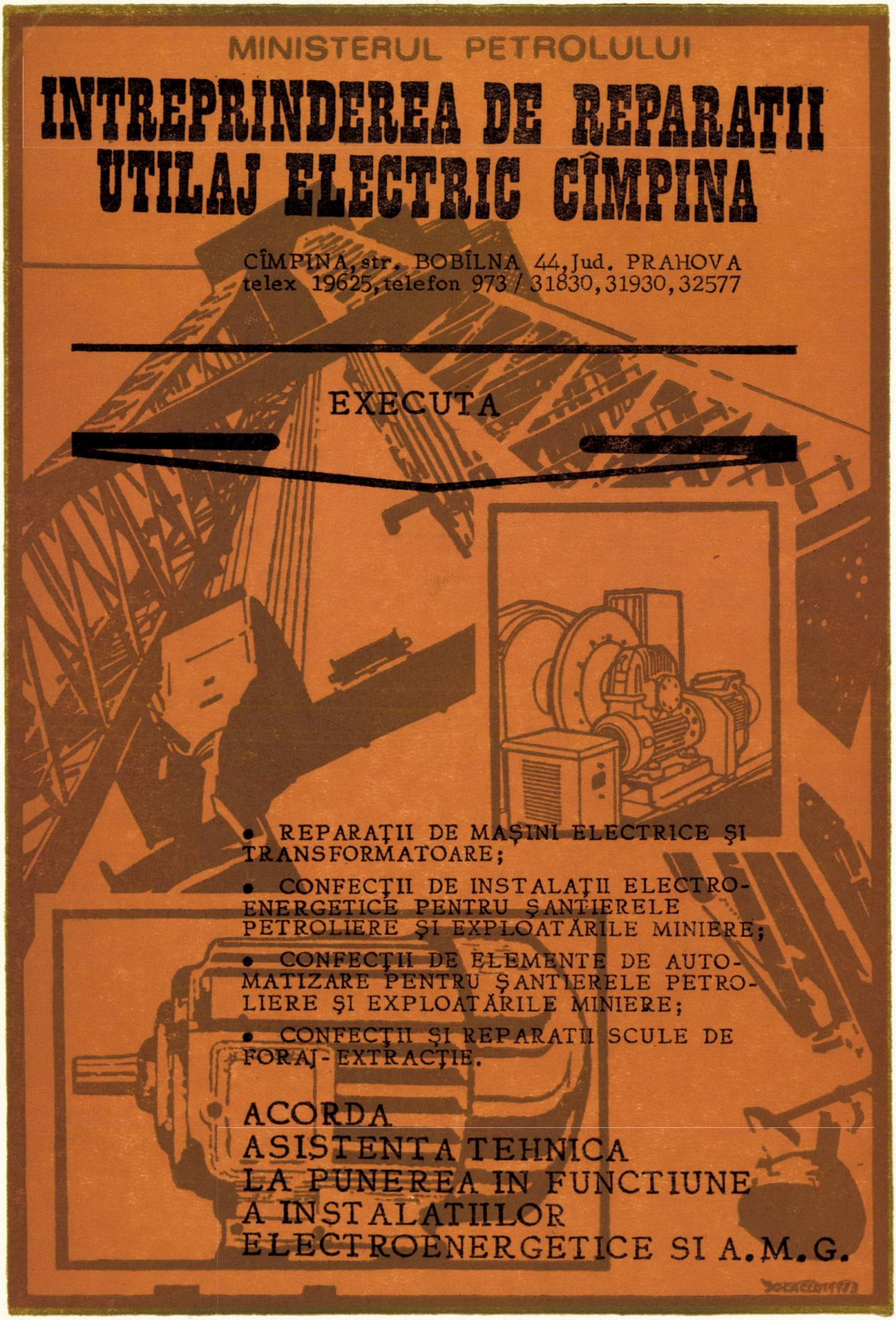
BUCUREȘTI - ROMÂNIA * Vol. 34, iunie 1983

6

MINISTERUL PETROLULUI

INTREPRINDEREA DE REPARAŢII UTILAJ ELECTRIC CÎMPINA

CÎMPINA, str. BOBÎLNA 44, Jud. PRAHOVA
telex 19625, telefon 973 / 31830, 31930, 32577



EXECUTA

- REPARAŢII DE MAŞINI ELECTRICE ŞI TRANSFORMATOARE;
- CONFECŢII DE INSTALAŢII ELECTRO-ENERGETICE PENTRU ŞANTIERELE PETROLIERE ŞI EXPLOATĂRILE MINIERE;
- CONFECŢII DE ELEMENTE DE AUTO-MATIZARE PENTRU ŞANTIERELE PETRO-LIERE ŞI EXPLOATĂRILE MINIERE;
- CONFECŢII ŞI REPARATII SCULE DE FORAJ-EXTRACŢIE.

ACORDA
ASISTENTA TEHNICA
LA PUNEREA IN FUNCTIUNE
A INSTALATIILOR
ELECTROENERGETICE SI A.M.G.

MINE, PETROL ŞI GAZE

ANUL XXXIV

ORGAN AL MINISTERULUI MINELOR ŞI MINISTERULUI PETROLULUI

Nr. 6 1983

CUPRINS

Gâf-Deac, I. **Posibilităţi statistico-matematice de evaluare a deficienţelor în exploatarea complexelor mecanizate de abataj** 266

Căruntu, I. **Săparea puţurilor de mină prin diferite tehnologii** 272

Catilina, R., Păunică, I., Hlatcu, G. **Trasori nucleari în lucrări de asecare. Experimentări „in situ" la un zăcământ de cărbune** 277

Muste, I. **Contribuţii la determinarea şi mărirea debitului alimentatoarelor cu disc sau masă rotativă** 282

Pavelescu, L., Pavelescu Maria **Studiul mineralogic şi petrografic al rocilor amfibolitice şi eclogitice din partea de sud a Munţilor Sebeş şi a acumulărilor de fier legate de acestea** 285

Tudor Mira, Orbocea Marioara **Studiul litologic şi biostratigrafic al depozitelor miocene din zona văilor Olt-Olăneşti** 290

Calotă, N. **Cercetarea mişcării elastodinamice a sistemului IS-MT-S în timpul proceselor de manevră (III)** . . .294

Grigore, V. **Aspecte noi privind construirea unei curbe de variaţie a presiunii în lungul coloanei de ţevi de extracţie la sondele eruptive** 302

Oltean, F. E, Henţe, L. M., Petre, M., Dumitrescu, F. **Ecuaţii de stare în ingineria zăcămintelor de gaze (III)** . 308

Paraschiv, D. **Efecte structogenetice de ordin secundar în preajma oraşului Bucureşti şi implicaţiile lor în activitatea de prospecţiune şi explorare pentru hidrocarburi** 310

COLEGIUL DE REDACŢIE

Ing. **VASILE SCRIPĂŢ**, *preşedinte;* dr. ing. **GHEORGHE ALDEA;** ing. **ŞTEFAN BENEA;** dr. geol. **IOSIF BERCIA** ing. **TEODOR BORU;** dr. ing. **GHEORGHE DONŢOV DANU;** ing. **VIRGIL FĂTU;** dr. ing. **IANCU GEANGĂLĂ;** dr. ing. **FLOREA NEAGU;** ing. **NICOLAE; PANTILIE; ELENA VRÂNCEANU,** *redactor*

REZUMATE

C.Z. 622.232.7 : 622.273.15.65.011.54

Gâf-Deac, I. *Posibilităţi statistico-matematice de evaluare a deficienţelor în exploatarea complexelor mecanizate de abataj*

În exploatarea complexelor mecanizate de abataj se manifestă şi unele deficienţe care fac parte din procesul de producţie, cu o pondere mai mare sau mai mică, după modul cum sînt estimate, remediate preventiv sau direct.

În lucrare se analizează noţiunile de coeficient de disponibilitate în lucru a unui complex mecanizat, precum şi rata defectelor ca instrumente statistico-matematice de evaluare a acestora.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 6, 1983

C.Z. 622.253.3 : 622.27 : 622.24

Căruntu, I. *Săparea puţurilor de mină prin diferite tehnologii*

După ce analizează două metode de săpare a puţurilor de mină (metoda îngheţării şi metoda prin foraj total), autorul concluzionează că aplicarea uneia sau alteia trebuie făcută diferenţiat, în funcţie de condiţiile geologo-miniere şi urgenţa intrării în exploatare a lucrării respective.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 6, 1983

C.Z. 622.524 : 621.039 : 622.33

Catilina, R., Păunică, I., Hlatcu, G. *Trasori nucleari în lucrări de asecare. Experimentări „in situ" la un zăcământ de cărbune*

Se prezintă rezultatele obţinute prin aplicarea tehnicilor cu trasori nucleari în lucrările de asecare la zăcămintele de cărbune Horăşti şi Leurda. Experimentările „in situ" au permis să se pună în evidenţă interconexiunile dintre apele de suprafaţă şi cele din subteran, între diferite orizonturi acvifere şi determinarea timpului de tranzit şi a vitezei de curgere a apei între punctele de injecţie şi punctele de măsură.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 6, 1983

C.Z. 622.693.23

Muste, I. *Contribuţii la determinarea şi mărirea debitului alimentatoarelor cu disc sau masă rotativă*

După prezentarea alimentatoarelor cu disc sau masă rotativă, autorul determină formula de calcul a debitului în care se ţine seama şi de unghiul la centru în care se înscrie gura de evacuare a materialului, precum şi posibilităţile de mărire a acestui debit pînă la de 6 — 8 ori debitul iniţial, fără consum de energie în plus.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 6, 1983

C.Z. 549 : 552.1 : 551.24 : 553.31

Pavelescu, L., Pavelescu Maria *Studiul mineralogic şi petrografic al rocilor amfibolitice şi eclogitice din partea de sud a Munţilor Sebeş şi a acumulărilor de fier legate de acestea*

Autorii fac o analiză asupra datelor mineralogice şi petrografice obţinute din observaţii şi probe din teren care urmăresc geneza acumulărilor de fier şi mangan din Munţii Sebeş. Sînt prezentate analize chimice şi indici caracteristici faciesului amfibolic şi eclogitic, completate cu aspecte tectonice şi aprecieri asupra unor posibile mineralizaţii de fier şi mangan de importanţă economică.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 6, 1983

C.Z. 551.782.13 : 553.981.8

Tudor Mira, Orbocea Marioara *Studiul litologic şi biostratigrafic al depozitelor miocene din zona văilor Olt-Olăneşti*

Autorii descriu depozitele miocene din zona văilor Olt şi Olăneşti şi, pe baza unui studiu macro şi microfaunistic detaliat, precizează existenţa burdigalianului, badenianului, precum şi a sarmaţianului, cu consideraţii asupra unor posibile acumulări de petrol şi gaze care, prin investigaţii complexe, ar putea conduce la resurse potenţiale interesante.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 6, 1983

C.Z. 622.241 : 622.245 1/3

Calotă, N. *Cercetarea mişcării elastodinamice a sistemului IS-MT-S în tipul proceselor de manevră (III)*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 6, 1983

C.Z. 622.276 : 622.245.5 : 621.38

Grigore, V. *Aspecte privind construirea curbei de variaţie a presiunii în lungul coloanei de ţevi de extracţie la sondele eruptive*

Autorul prezintă un algoritm de construire a curbei de variaţie a presiunii în lungul coloanei de ţevi de extracţie la sondele eruptive, precum şi schema logică de execuţie la calculatorul electronic. De asemenea, analizează metoda eliminării inflexiunii curburii curbei de variaţie a presiunii, care poate fi utilizată în toate cazurile în care această comportare poate să apară.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 6, 1983

C.Z. 553.981 : 551.24 : 65.012.1

Oltean, F. E., Henţe, L., Petre, M., Dumitrescu, F. *Ecuaţii de stare în ingineria zăcămintelor de gaze (III)*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 6, 1983

C.Z. 551.782:553.48

Paraschiv, D. *Efecte structogenetice de ordin secundar în preajma oraşului Bucureşti şi implicaţiile lor în activitatea de prospecţiune şi explorare pentru hidrocarburi*

Autorul analizează factorii structogenetici de ordin secundar, reprezentaţi prin procesele de alunecare gravitaţională, paleorelieful buglovian, regimul deplasărilor pe verticală a blocurilor şi compactarea diferenţială care a condus la formarea a numeroase structuri şi capcane, localizate în meoţian, ponţian şi dacian.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 6, 1983

CONTENTS

C.Z. 622.232.7 : 622.273.15.65.011.54

Gâf-Deac, I. *Statistico-mathematical possibilities for the assessment of deficiencies in the operation of mechanized longwall equipment*

Some deficiencies occur in the operation of mechanized longwall equipment, which belong to the production process and have more or less gravity depending on the way in which they are estimated, preventively or directly removed.

The following concepts are reviewed in the paper : the work availability coefficient of a longwall equipment, as well as the failure rate, as statistico-mathematical instruments for their evaluation.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 6, 1983

C.Z. 622.253.3 : 622.27 : 622.24

Căruntu, I. *Different technologies for shaft sinking*

After having presented two methods of shaft sinking (frozen shaft and tunneling), the author concludes that either of them must be selectively applied, depending on the geological and mining conditions and the urgency of putting into operation the respective working.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 6, 1983

C.Z. 622.524 : 621.039 : 622.33

Catilina, R., Păunică, I. and Hlatcu, G. *Nuclear tracers in dewatering workings. „In situ" experiments in a coal deposit*

The results obtained by applying nuclear tracer techniques in dewatering workings in the Horăşti and Leurda coal deposits are presented.

„In situ" experiments outlined the interconnections between surface and ground waters, between different aquiferous levels and the ascertainment of the passage time and water flow rate between the injection and measuring points.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 6, 1983

C.Z. 622.693.23

Muste, I. *Contributions to the ascertainment and increase of a disc or rotary table feeder*

After presenting the disc and rotary table feeders the author establishes the flow rate calculation formula by taking into account the central angle in which the feed material outlet nozzle is inscribed, as well as the possibilities of increasing this flow rate up to 6—8 times, without additional energy consumption.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 6, 1983

C.Z.549.552.1 : 551.2 : 553.31

Pavelescu, L. and Pavelescu Maria *Mineralogical and petrographical study of the amphybolitical and eclogitical rock on the southern side of the Sebeş Mountains and of the iron buildups connected with them*

The authors review the mineralogical and petrographical data obtained from observations and field samples which follow the genesis of the iron and manganese buildups in the Sebeş Mountains. Chemical breakdowns and characteristic indices of the amphybolic and eclogitic facies, together with tectonic aspects and considerations upon possible iron and manganese mineralizations of economical importance are also presented.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 6, 1983

C.Z. 551.782.13 : 553.981.8

Tudor Mira and Orbocea Marioara *Litho- and biostratigraphical study of the miocene deposits in the area of Olt-Olăneşti valleys*

The authors describe the miocene deposits in the area of Olt and Olăneşti valleys and, based upon a detailed macro- and microfaunistic study, indicate the existence of the burdigalian, badenian as well as of the sarmatian, with considerations upon possible petroleum and gas buildups which, through complex investigations could lead to interesting potential resources.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 6, 1983

C.Z. 622.241 : 622.245. 1/3

Calotă, N. *Investigation of the elasto-dynamic movement of the IS-MT-S system during the manoeuvre processes (III)*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 6, 1983

C.Z. 622.276 : 622.245.5.621.38

Grigore, V. *Aspects regarding the plotting of the pressure variation curve along the tubing column in flowing wells*

The author presents an algorithm for the plotting of the pressure variation curve along the tubing column in flowing wells, as well as the logical solving diagram for the electronic computer. Also, he presents the method of curvature inflection elimination of the pressure variation curve, which can be used in all the cases in which this behaviour can appear.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 6, 1983

C.Z. 553.981 : 551.24 : 65.012.1

Oltean, F. E., Henţe, L. M., Petre, M. and Dumitrescu, F. *Equations of state in the engineering of state deposits (III)*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 6, 1983

C.Z. 551.782.2 : 553.98

Paraschiv, D. *Structural-genetical effects of secondary order in the neighbourhood of Bucharest and their implications in the prospecting and exploration activity for hydrocarbons*

The author outlines the structural-genetical factors of secondary order, represented by processes of gravitational shearing, buglovian paleorelief, the conditions of vertical movements of the blocks and the differential compacting which brought to the formation of numerous structures and traps, located in meotian, pontian and dacian.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 6, 1983

СОДЕРЖАНИЕ

C.Z. 622.232.6 : 622.273.15.65.011.54

Гыф-Деак, И. *Статистическо-математические возможности оценки недостатков при использовании очистных механизированных комплексов*

При работе очистных механизированных комплексов были обнаружены также некоторые недостатки, которые влияют в большей или в меньшей степени в зависимости от их оценки и заблаговременного или непосредстевенного устранения.

В работе рассматриваются понятия коэффициента свободных мощностей в работе механизированного комплекса, а также частота аварий как статистическо-математические инструменты их оценки.

Ключевые слова: очистные механизированные комплексы, недостатки, свободные мощности, статистическо-математический инструмент.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 6, 1983

C.Z. 622.253.3 : 622.27 : 622.24

Кэрунту, И. *Проходка вертикальных шахтных стволов различными технологиями*

После рассмотрения двух способов проходки вертикальных шахтных стволов (замораживанием и бурением на полное сечение) автор пришел к выводу, что следует отличать применение одного или другого способа, в зависимости от горно-геологических условий и от необходимого срока сдачи в эксплуатации ствола.
Ключевые слова: проходка, вертикальный ствол, замораживание, бурение на полное сечение

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 6, 1983

C.Z. 622.524 : 621.039 : 622.33

Катилина, Р. и др. *Ядерные метчики при осушении. Экспериментальные работы „in situ" в угольном месторождении*

Представлены результаты, полученные при применении ядерных техники и метчиков при осушении угольных месторождений Хорэшти и Леурда.

Проведенные „in situ" работы позволили выявить взаимосвязи, существующие между наземными и подземными, между отдельными водоносными горизонтами, а также определить период перехода и скорость течения воды между точками нагнетания и измерения.
Ключевые слова: угольные месторождения, осушение, ядерные метчики, наземные воды, подземные горизонты.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 6, 1983

C.Z. 622.693.23

Мустe, И. *Вклад при определении и увеличении производительности дисковых питателей или питателей с вращающимся стволом*

После представления дисковых питателей, а также питателей с вращающимся столом автор определяет расчетную формулу их производительности, учитывая также центральный угол в который вписывается выпускное окно для материала, указывая на возможности увеличения данной производительности до 6—8 раз первоначальной, без дополниетльного расхода энергии.
Ключевые слова: питатели, производительность, расход энергии

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 6, 1983

C.Z. 549.552.1 : 551.2 : 553.31

Павелеску, Л. и Павелеску Мария *Минералогическое и петрографическое изучение амфиболитовых и эклогитовых пород южной части Гор Себеш и связанных с ними железорудных скоплений*

Авторы рассматривают результаты минералогических и петрографических анализов, полученные в рамках проведенных наблюдений и на полевых пробах, в целях выяснения генезиса железорудных и марганцевых скоплений Гор Себеш. Представлены химические анализы и характерные показатели амфиболитовых и эклогитовых фаций, дополняя их с тектоническими аспектами и с оценками возможных железо-марганцевых минерализаций народно-хозяйственного значения.
Ключевые слова: минералогический и петрографический состав, породы, Горы Себеш, железо-марганцевые скопления

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 6, 1983

C.Z. 551.782.13 : 553.981.8

Тудор Мира и Орбочеа Марioара *Лито и биостратиграфическое изучение миоценных отложений долин Олт-Олэнешть*

Авторы описывают миоценные отложения долин Олт и Олэнешть и на основе детального макро и микрофаунистического изучения уточняют существование бурдигалиана, бадениана, а также сарматского периодов, указав некоторые соображения о возможных скоплениях нефти и газа, которые в результате комплексных исследований смогли бы приводить к интересным источникам.
Ключевые слова: литологическое и биостратиграфическое изучение, миоценные отложения, долины Олт-Олэнешть

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 6, 1983

C.Z. 622.241 : 622.245.1/3

Калотэ, Н. *Изучение упругодинамического движения системы во время маневров (II)*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 6, 1983

C.Z. 622.276. : 622.245.5.621.38

Григоре, В. *Некоторые аспекты построения кривой изменения давления вдоль колонны обсадных труб извергающих скважин*

Автор представляет алгоритм построения кривой изменения давления вдоль колоны обсадных труб на скважинах извержения, а также логическую схему для ЭВМ. Рассматривается также метод устранения изгибов кривой изменения давления, применяемой во всех случаях когда наблюдается такое явление.
Ключевые слова: кривая давлений, обсадная колонна, извергающие скважины

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 6, 1983

C.Z. 553.981 : 551.24 : 65.012.1

Олтян, Ф. и др. *Уравнение состояния в инженерном деле месторождения (III)*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 6, 1983

C.Z. 551.782.2 : 553.98

Параскив, Д. *Вторичные структуро-генетические эффекты вблизи г. Бухарест и их требования к поисково-разведочным исследованиям углеводородных месторождений*

Автор рассматривает вторичные структурогенетические факторы, представленные процессами гравитационного спользание, бульговианский палеорельеф, режим вертикального сдвижения блоков и дифференциальное уплотнение, способствующие к образованию многочисленных структур и ловушек, приуроченных к меоценновым, понтинским и дацитским породам.
Ключевые слова: вторичные структуры, углеводородные месторождения, гравитационное спользание

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 6, 1983

SOMMAIRE

CZ. 622.232.7 : 622.273.15 : 65.011.54

Gâf-Deac, I. *Possibilités statistico-mathématiques d'évaluation des déficits dans l'exploitation des complexes mécanisés d'abbatage*

A l'exploitation des complexes mécanisés d'abbatages se manifestent quelques déficits appartenant au processus de production, avec un poids plus ou moins grand, selon la manière dans laquelle ils sont estimés, rémédiés préventivement ou directement. Dans l'article sont analysées les notions de coefficient de disponibilité de travail d'un complexe mécanisé, ainsi que la proportion des défections, comme instruments statistico-mathématiques de leur évaluation.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 6, 1983

C.Z. 622.253.3 : 622.27 : 622.24

Căruntu, I. *Le creusement des puits de mine par divers technologies*

Après une analyse des deux méthodes de creusement des puits de mine (congélation et forage au grand diamètre), l'auteur met en évidence le fait que l'application d'une méthode ou de l'autre doit être différenciée en fonction des conditions géologiques et minières et de l'urgence du terme auquel le travail respectif doit rentrer en exploitation.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 6, 1983

CZ. 622.524 : 621.039 : 622.33

Catilina, R., Păunică, I. et Hlatcu, G. *Traçoires nucléaires pour les travaux de dessèchement. Expérimentations „in situ" dans un gisement de charbon*

Sont présentés les résultats obtenus dans l'application des techniques aux traçoires nucléaires dans les travaux de dessèchement emplacés dans les gisements de charbon de Horăşti et Leurda. Les expérimentations „in situ" ont permis de mettre en évidence l'interconnexions entre les eaux de surface el celles du souterrain, entre les divers horizons aquifers et la détermination du temps de transition et de la vitesse d'écoulement des eaux entre les points d'injection et les points de mesurement.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 6, 1983

C.Z. 622.693.23

Muste, I. *Contributions à la détermination et l'augmentation du débit des alimentateurs au disque ou à table rotative*

Après une présentation des alimentateurs au disque ou à table rotative, l'auteur détermine la formule de calcul du débit qui tient compte aussi de l'angle au centre duquel s'encadre l'orifice d'évacuation du matériel, ainsi que les possibilités d'augmentation de ce débit de 6—8 fois par rapport à celui initial, sans une consommation d'énergie en excès.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 6 ,1983

C.Z. 549 : 552.1 : 551.24 : 553.31

Pavelescu, L. et Pavelescu Maria *L'étude minéralogique et pétrographique des roches amfiboliques et éclogitiques de la partie méridionale des Monts Sebeş et des accumulations de fer liées aux celles-ci*

Les auteurs font une analyse sur les données minéralogiques et pétrographiques obtenues par observation et des échantillons de terrain, qui étudient la génèse des accumulations de fer et de manganèse des Monts Sebeş. On présente les analyses chimiques et les indicateurs caractéristiques du faciès amfibolique et éclogitique, complétées avec les aspects tectoniques et des considérations sur quelques possibles minéralisations de fer et de manganèse à l'importance économique

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 6, 1983

C.Z.551.782.13 : 553.981.8

Tudor Mira et Orbocea Marioara *L'étude litho- et biostratigraphique des dépôts miocènes de la zone des vallées Olt-Olăneşti*

Les auteurs décrivent les dépôts miocènes de la zone des vallées Olt et Olăneşti et, basés sur une étude macro- et microfaunistique détaillée, précisent l'existence du Burdigalien, du Badénien, ainsi que du Sarmatien, avec quelques considérations sur plusieurs possibles accumulations de pétrole et de gaz qui, par des investigations complexes, pourraient conduire aux ressources potentielles intéressantes.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 6, 1983

C.Z. 622.241 : 622.245.1/3

Calotă, N. *Recherche sur le mouvement élastodynamique du système IS-MT-S dans le type des processus de manoeuvre (III)*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 6, 1983

C.Z. 622.276 : 622.245.5 : 621.38

Grigore, V. *Des aspects sur la construction de la courbe de variation de la pression le long d'une colonne de tuyaux d'extraction aux sondes éruptives*

L'auteur présente un algorithme pour la construction de la courbe de variation de la pression le long de la colonne des tuyaux d'extraction aux sondes éruptives, ainsi que le schème logique d'exécution pour le calculateur électronique. De même, il analyse la méthode d'élimination de l'inflextion de la courbature de la courbe de variation de la pression, qui peut être utilisée dans tous les cas dans lesquels ce comportement peut apparaître.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 6, 1983

C.Z. 553.981 :551. 24 : 65.012.1

Oltean, E. F., Henţe, L., Petre Dumitrescu, F. *Équations d'état dans l'inginérie des gisements de gaz (III*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 6, 1983

C.Z. 551.782.2 : 553.98

Paraschiv, D. *Effets structogénétiques d'ordre secondaire aux alentours de la ville de Bucarest et leurs implications dans l'activité de prospection et exploration pour les hydrocarbures*

L'auteur fait l'analyse des facteurs structogénétiques d'ordre secondaire, représentés par les processus de glissement gravitational, le paléorelief buglovien, le régime des déplacements sur la verticale des blocs et la compaction différencielles qui a mené à la formation de nombreuses structures et trappes, localisées dans le méotien, le pontient et le dacien.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 6, 1983

INHALT

C.Z. 622.232.7 : 622.273.15 : 65.011.54

Gâf-Deac, I. *Statistiko-mathematischen Auswertungsmöglichkeiten der Mängel in dem Betrieb der mechanisierten Strebausrüstungen*

In dem Betrieb der mechanisierten Strebausrüstungen lassen sich einige Mängel merken, welche zum Produktionsprozess mit einem grösseren oder kleneren Anteil, je nach der Weise in welcher eingeschätzt und, vorbeugend oder direkt beseitigt werden, gehören.

In der Arbeit werden Begriffe wie : Arbeitsverfügbarkeitskoeffizient einer mechanisierten Strebausrüstung und Störungsrate, als statistiko-mathematische Instrumente der Auswertung dieser Mängel, überprüft.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 6, 1983

C.Z. 622.253.3 : 622.27 : 622.24

Căruntu, I. *Verschiedene Technologien für den Grubenschachtbau*

Nach der Überprüfung von zwei Schachtbaumethoden (Gefrierschachtbau und Vollschnittbohren), kommt der Verfasser zur Folgerung, dass deren Anwendung, unterschiedlich, jeweils nach der geologischen und bergbautechnischen Verhältnissen und der Dringlichkeit der Inbetriebsetzung der betreffenden Bauarbeit erfolgen soll.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 6, 1983

C.Z. 622.524 : 621.039 : 622.33

Catilina, P., Păunică, I. und Hlatcu, G. *Nuklear-tracer in Entwässerungsarbeiten. „In situ" Versuche in einer Kohlenlagerstäte*

Vorgestellt werden die durch die Anwendung von Nuklear-tracermethoden in den Entwässerungsarbeiten bei den Horăşti und Leurda Kohlenlagerstätten erreichten Ergebnisse.

Die „in situ" durchgeführten Versuche machten es möglich den zwischen den Oberflächen- und Grundwassern, zwischen den verschiedenen wasserführenden Horizonten und der Feststellung der Passagezeit und der Wasserflussgeschwindigkeit zwischen dem Injecktions- und dem Messpunkt, bestehenden Zusammenhang auszuzeichnen.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 6, 1983

C.Z. 622.693.23

Muste, I. *Beitragungen zu der Feststellung und Erhöhung der Durchflussmenge der Scheiben—oder Drehtellerbeschicker*

Nach der Beschreibung der Scheiben — und Drehtellerbeschicker stellt der Verfasser die Rechenformel der Durchflussmenge, wobei der Mittelpunktswinkel in welchem die Austragsöffnung sich einschreibt, berücksichtigt wird, sowie die 6—8 malige Erhöhung dieser Durchflussmenge, ohne zusätzlichen Energieverbrauch, fest.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 6, 1983

C.Z. 549 : 552.1 : 551.24 : 553.31

Pavelescu, L. und Pavelescu Maria *Mineralogische und petrographische Untersuchung der amphibolitischen und eklogitischen Gesteine auf der südlichen Seite der Sebeş Gebirge und der zu denen gehörenden Eisenakkumulationen*

Die Verfasser überprüfen die aus Feldbeobachtungen und — proben gesammelten Angaben, welche die Genesis der Eisen — und Manganakkumulationen in den Sebeş Gebirgen verfolgen. Vorgestellt werden chemische Zusammensetzungen und Eigenschaften der amphibolischen und eklegitischen Fazies, zusammen mit tektonischen Aspekten und Beurteilungen über möglichen Eisen — und Manganmineralisationen wirtschaftlicher Bedeutung.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 6, 1983

C.Z. 551.782.13 : 553.981.8

Tudor Mira und Orbocea Marioara *Litho- und biostratigraphisches Studium der miozänen Ablagerungen in dem Bereich der Olt-Olăneşti Täler*

Die Verfasser beschreiben die miozänen Ablagerungen in dem Bereich der Olt und Olăneşti Täler und, auf Grund einer ausführlichen makro- und mikrofaunistischen Untersuchung, behaupten die Existenz der Burdigals, Badeniens und Sarma mit Betrachtungen über möglichen Öl-und Gasensammlungen welche, durch komplexen Investigationen zu interessanten potentiellen Reserven führen könnten.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 6, 1983

C.Z. 622.241 : 622.245. 1/3

Calotă, N. *Untersuchung der elasto-dynamischen Bewegung des IS-MT-S Systems während der Manövrierungsprozesse (III)*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 6, 1983

C.Z. 622.276 : 622.245.5 : 621.38

Grigore, V. *Aspekte der Herstellung der Druckschwankungskurve auf der Länge des Förderrohrzuges bei den Eruptivsonden*

Der Verfasser stellt ein Herstellungsalgorithmus für die Druckschwankungskurven auf der Länge der Förderrohrzüge bei den Eruptivsonden sowie das logische Lösungsschema für den elektronischen Rechner, fest. Gleichzeitig überprüft man die Methode der Elimination der Krümmung der Druckschwankungskurve, welche in allen Fällen wo dieses Verhalten erscheint, angewendet werden kann.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 6, 1983

C.Z. 553.981 : 551.24 : 65.012.1

Oltean, F. E., Henţe, L. M., Petre, M. und Dumitrescu, F. *Zustandsgleichungen in der Ingenieurwissenschaft der Zustandslagerstätten (III)*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 6, 1983

C.Z. 551.782.2 : 553.98

Paraschiv, D. *Strukturo-genetische Wirkungen von sekundärer Ordnung in der Nähe von Bukarest und deren Einflüsse auf der Prospektions- und Untersuchungstätigkeit für Kohlenwasserstoffe*

Der Verfasser überprüft die strukturo-genetischen Faktoren von sekundärer Ordnung, dargestellt durch: Gravitationsverschiebungsprozesse, buglovianisches Paläo-Relief, der Zustand der vertikalen Blockbewegungen und die differentielle Verdichtung, welche zur Bildung von zahlreichen, in Mäot, Pont und Dacien lokalisierten Strukturen und Fängen geführt haben

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 6, 1983

Revista MINE, PETROL şi GAZE este editată de Oficiul de informare documentară pentru industria minieră, Bucureşti, Calea Victoriei 220, sector I, cod. 71104 C.P. 22—146, telefon 59.29.75.
Tiparul: Intreprinderea poligrafică „Informaţia" str. Brezoianu nr. 23—25 Bucureşti c. 1389

Preţul: 13 lei/exemplar

Corector: Cornelia Popa

Grafica: A. Socaciu

c. 1389

43 103

Posibilităţi statistico-matematice de evaluare a deficienţelor în exploatarea complexelor mecanizate de abataj

Ing. I. Gâf—Deac
Întreprinderea minieră Lupeni

I. Generalităţi

Complexele mecanizate de abataj se confruntă cu situaţii limită, în principal datorită :

- aspectului obiectiv dat de interacţiunea cu zone geologico-miniere dificile ;
- aspectului subiectiv, dat de nerealizarea unor principii constructive ale utilajului, deci incompatibilitatea unor caracteristici tehnico-funcţionale ale tehnicii din dotare cu proprietăţile fizico-mecanice ale zăcămîntului şi rocilor înconjurătoare.

În schema din figura 1 sînt redate cîteva elemente care generează şi susţin deficienţele în exploatarea complexelor mecanizate de abataj.

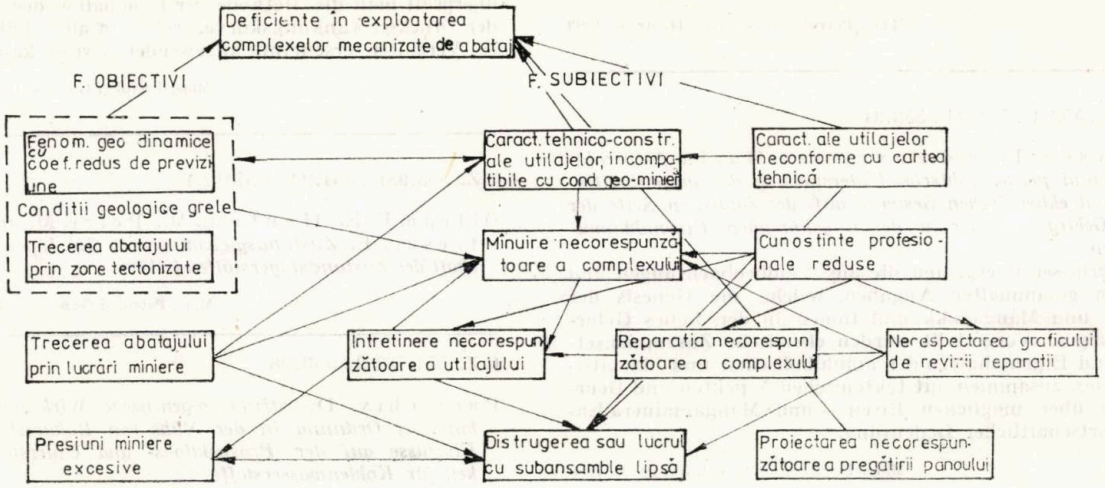


Fig. 1. Schema unor factori care generează şi susţin deficienţe în exploatarea complexelor mecanizate de abataj

Grupul mai mare de factori de natură obiectivă, care intervin într-o situaţie sau alta, conţine cauze mai puţine la număr în aparenţă decît cauzele subiective, însă aceşti factori au tărie şi influenţă asupra procesului de producţie mult mai mare, fiind consideraţi condiţii sau restricţii absolute.

Atunci cînd între conţinutul interdependenţei „factori obiectivi—factori subiectivi" intervine o funcţie, care oferă soluţia optimă de contracarare a efectelor negative, se poate considera că utilajul este bine proiectat şi bine ales pentru a fi pus în exploatare, cu rezultate fizice şi calitative superioare. Deficienţele în exploatarea complexelor mecanizate de abataj fac parte din procesul propriu-zis de producţie.

În general, se urmăresc două căi de soluţionare a deficienţelor de exploatare :

— calea p r e v e n t i v ă sau previziunea apariţiei lor, prin aceasta se creează premiza intervenţiei operative pentru remedierea factorilor ce le generează. (În această direcţie se pot utiliza metode matematice care estimează, într-o oarecare măsură, situaţia pe intervale de timp mai mari sau mai mici) ;

— calea i n t e r v e n ţ i e i d i r e c t e, cînd deficienţele şi-au făcut apariţia fizic şi este necesară eventuala oprire temporară (parţială sau totală) a procesului de producţie pentru remedierea lor.

În figura 2 este ilustrat modul cum un defect $D_i(t)$, care durează un interval de timp t, într-o serie de deficienţe în exploatarea complexelor mecanizate de abataj influenţează procesul de producţie.

Defectele de tipul $D_1(t)$, care influenţează şi stagnează întregul proces de producţie al unui abataj complex mecanizat, apar la sub-

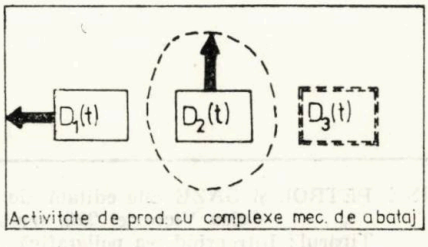


Fig. 2. Influenţa defectelor asupra activităţii de producţie cu complexe mecanizate de abataj :

$D_1(t)$ – defect care influenţează şi stagnează întregul proces de producţie al complexului mecanizat de abataj ; $D_2(t)$ – defect care influenţează parţial procesul de producţie şi în paralel se pot executa şi alte operaţii în abataj ; $D_3(t)$ – defect care este nesemnificativ un timp pentru complex, dar care consumă muncă pentru remediere, influenţînd plasarea optimă în abataj.

ansamblele esențiale ale utilajelor (rețeaua hidraulică de 300 atm, alimentarea cu energie electrică, motoare străpunse) sau la utilaje care condiționează succesiunea operațiilor (un transportor din fluxul colector, la combina din abataj, transportorul din abataj, secții de susținere deformate, dezmembrate sau împănate).

Defectele de tipul $D_2(t)$, care influențează parțial procesul de producție și în paralel în abataj se pot executa și alte operații, apar la unele subansamble semnificative ale complexului: porțiuni distruse din rețeaua hidraulică, cilindri hidraulici secundari ai secțiilor de susținere neetanși, subansamble neetanșe ale combinei de abataj, cu schimbarea frecventă a uleiului și a șuruburilor de îmbinare, concasorul din flux defect, recurgîndu-se la sfărîmarea manuală.

Defectele de tipul D_3 (t) nu sînt semnificative pe moment, dar ele odată remediate se pot încadra în categoria problemelor rezolvate preventiv. Ele nu influențează, în momentul apariției lor, procesul de producție însă, odată cu scurgerea timpului, sau se amplifică, sau, efectiv, generează alte defecte. Dintre aceste tipuri de defecte se pot enumera: manete rupte la distribuitorul hidraulic al secției de susținere mecanizată, un număr de raclete lipsă pe lanțul transportorului din abataj, un număr de cuțite uzate pe tamburele tăietoare ale combinei.

Se menționează că toate aceste deficiențe sau defecte își aduc contribuția negativă la desfășurarea procesului de exploatare cu complexele mecanizate de abataj.

În mod ideal se tinde spre satisfacerea relației simple:

$$\lim_{t\to 0} \sum_{i=1}^{n} D_i(t) \to 0 \qquad (1)$$

aceasta fiind considerată limita inferioară a funcției defectelor în timp, deci durata defectelor să fie nulă, ceea ce, ipotetic, se rezumă la neapariția lor.

II. Asupra unui coeficient de disponibilitate în exploatarea complexelor mecanizate de abataj

În prima fază, pentru un complex mecanizat de abataj, se identifică două intervale de timp în activitatea de exploatare:

- durata de disponibilitate în stare perfectă pentru utilizare în exploatarea stratului;
- durata afectată reviziei și reparației deficiențelor.

Măsurarea acestora din punct de vedere informațional se poate interpreta ca un proces de înlăturare a unei nedeterminări referitoare la situația și starea complexului mecanizat de abataj, care este urmărit în activitatea sa. Așadar informația dobîndită prin măsurare este identică cu o situație de nederteminare înlăturată.

Un complex mecanizat de abataj are un interval de timp pentru lucrul propriu-zis, notat cu l, și un timp mediu pentru revizii-reparații, notat cu r.

Funcție de cele două intervale de timp se poate defini un coeficient de disponibilitate a complexului care are expresia:

$$K_d = \frac{l}{l+r}. \qquad (2)$$

Desigur, la un moment τ se efectuează și o revizie-întreținere preventivă și timpul mediu afectat acestei operații se notează cu θ

Dacă timpul mediu de revizie-întreținere preventivă θ are valoare mai mică decît timpul mediu de revizii-reparații r, se deduce că este vorba de un nou coeficient de disponibilitate.

În această situație apare o funcție de supraviețuire a complexului notată cu $f(t)$ și astfel se ivește problema evidențierii coeficientului de disponibilitate a complexului mecanizat de abataj, funcție de următoarele elemente: $l(\tau)$, l, r și θ.

Se poate scrie că:

$$l(\tau) = \frac{1}{f(\tau)} \int_0^{\infty} f(t)\, \mathrm{d}t. \qquad (3)$$

Dar noul timp de lucru notat cu l^* va fi:

$$l^* = \int_0^{\tau} t\, v(t)\mathrm{d}t + \tau f(\tau) = \int_0^{\infty} t\, v(t)\mathrm{d}t -$$

$$-\int_{\tau}^{\infty} t\, v(t)\mathrm{d}t + \tau f(\tau) \qquad (4)$$

Funcția ajutătoare $v(t)$ are forma:

$$v(t) = -\frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}t} f(t). \qquad (5)$$

Deci, rezultă:

$$l^* = l - \int_{\tau}^{\theta} t\, \mathrm{d}f + \tau f(\tau) = l - f(\tau)\, l(\tau). \qquad (6)$$

Dar noul timp de revizii-reparații, notat cu r^*, va avea expresia:

$$r^* = r[1 - f(\tau)] + \theta f(\tau) = r - f(\tau)(r - \theta) \qquad (7)$$

Cu ajutorul relațiilor (6) și (7), ținînd seama și de formula (2), se poate scrie și formula noului coeficient K_d^* de disponibilitate:

$$K_d^* = \frac{l^*}{l^* + r^*} = \frac{1}{1 + \frac{r^*}{l^*}} = \frac{1}{1 + \frac{r - f(\tau)\cdot(r-\theta)}{l - f(\tau)\cdot l(\tau)}}. \qquad (8)$$

Efectuîndu-se întreţinerea preventivă, este normal ca disponibilitatea în lucru a complexului mecanizat să aibă un coeficient mai mare faţă de situaţia în care complexului îi este afectat numai un timp mediu de reparaţii (intervenţii directe la apariţia defectelor).

Deci:

$$K_d^* > K_d, \tag{9}$$

ceea ce înseamnă că trebuie satisfăcută inegalitatea următoare:

$$\frac{r}{l} > \frac{r - f(\tau)\,(r - \theta)}{l - f(\tau) \cdot l(\tau)}. \tag{10}$$

De aici rezultă:

$$l(\tau) < \frac{l}{r}(r - \theta) = k \cdot l, \tag{11}$$

în care s-a notat cu k fracţia:

$$k = \frac{r - \theta}{r}. \tag{12}$$

Într-o expresie generală se poate scrie:

$$\frac{1}{f(\tau)} \int_0^{\tau} f(t)\,dt < k \int_0^{\infty} f(t)\,dt, \tag{13}$$

ceea ce se mai poate reda:

$$\int_0^{\tau} f(t)\,dt > [1 - kf(\tau)] \int_0^{\infty} f(t)\,dt. \tag{14}$$

Măsurarea acestor intervale de timp, specifice în funcţionarea complexelor mecanizate de abataj, constituie un proces de recepţionare şi transformare succesivă a unor mărimi care se compară cu situaţii convenţionale şi se folosesc în activitatea productivă.

Urmărind în lucru complexul mecanizat de abataj de tip SMA-2 din stratul 5, blocul V, panoul 15, felia I, de la mina Lupeni, pe o perioadă bine determinată, s-au putut estima coeficienţi de disponibilitate, atît în situaţia aplicării întreţinerii preventive acestuia, cît şi în cazul lucrului numai cu timpi medii de reparaţie.

Şirurile de date sînt cuprinse generalizat în tabelul 1.

Pentru şiruri mari de măsurători, de ordin n, este indicată aplicarea unor criterii statistice de calcul şi verificare cum sînt: abaterea medie pătratică, dispersia, verificarea normalităţii datelor, astfel încît valorile luate în calcul să estimeze, cu un înalt grad de precizie, realitatea.

Din abatajul menţionat s-au preluat, spre exemplificare, valori caracteristice unei zile de lucru, reunite într-o săptămînă de activitate a complexului, şi considerînd aleator un număr de săptămîni de urmărire în două etape, cu întreţinerea preventivă şi respectiv numai cu timpi

Tabelul 1

Generalizarea estimării coeficienţilor de disponibilitate pentru complexele mecanizate de abataj

Fără întreţinere prevent.			Cu întreţinere preventivă				
l	r	k_d	θ	l^*	r^*	k_d^*	k
l_1	r_1	k_{d1}	θ_1	l_1^*	r_1^*	k_{d1}^*	k_1
l_2	r_2	k_{d2}	θ_2	l_2^*	r_2^*	k_{d2}^*	k_2
l_3	r_3	k_{d3}	θ_3	l_3^*	r_3^*	k_{d3}^*	k_3
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
l_i	r_i	k_{di}	θ_i	l_i^*	r_i^*	k_{di}^*	k_i
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
l_{n-1}	r_{n-1}	k_{dn-1}	θ_{n-1}	l_{n-1}^*	r_{n-1}^*	k_{dn-1}^*	k_{n-1}
l_n	r_n	k_{dn}	θ_n	l_n^*	r_n^*	k_{dn}^*	k_n
l_{med}	r_{med}	k_{dmed}	θ_{med}	l_{med}^*	r_{med}^*	k_{dmed}^*	k_{med}

medii de reparaţii, am obţinut valori pe care le redăm în tabelul 2.

Tabelul 2

Estimarea valorii coeficientului de disponibilitate pentru un complex mecanizat de abataj

Fără întreţinere prevent.			Cu întreţinere preventivă			
l	r	k_d	l^*	r^*	k_d^*	k
18,00	6,00	0,750	20,85	3,15	0,868	0,52
17,25	6,75	0,718	20,10	3,90	0,837	0,58
18,50	5,50	0,770	21,35	2,65	0,905	0,48
18,30	5,70	0,762	21,15	2,85	0,839	0,50
18,15	5,85	0,756	21,00	3,00	0,875	0,52
19,20	4,80	0,800	22,05	1,95	0,935	0,40
20,05	3,95	0,836	22,90	1,10	0,970	0,30
18,47	5,50	0,769	21,34	2,65	0,889	0,48

Teoretic, studiind cazul în care rata de avarie sau de defectare în complexul mecanizat este constantă, cu precizarea că:

$$f(t) = e^{-\lambda t}, \tag{15}$$

în care:

λ este parametru ce desemnează apariţia defectelor, după o lege Poisson, înseamnă că, împreună cu relaţia (14), rezultă:

$$\int_0^{\tau} e^{-\lambda t} dt > (1 - k \cdot e^{-\lambda \tau}) \int_0^{\infty} e^{-\lambda t}\,dt. \tag{16}$$

Se deduce că:

$$1 - e^{-\lambda \tau} > 1 - k \cdot e^{-\lambda \tau}, \tag{17}$$

ceea ce înseamnă ipotetic că:

$$k > 1$$

și este contrar condiției puse inițial.

Pentru definitivarea valorilor de calcul tabelat s-a stabilit că, în medie, pe fiecare săptămînă raportul $\frac{\theta}{r} = 0{,}45$, iar parametrul poissonian $\lambda = 0{,}01$.

În această situație se consideră funcția de forma:

$$f(t) = e^{-\frac{\lambda t^2}{2}}. \tag{18}$$

Cu unele schimbări de variabile, aproximări și căutînd cea mai favorabilă cale, respectiv ipoteză, se deduce, cu ajutorul relației,

$$f(\tau) = e^{-\frac{\lambda \tau^2}{2}}, \tag{19}$$

că:

$$\frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^{\alpha_0} e^{-\frac{\alpha^2}{2}} d\alpha = \frac{2}{\alpha_0 \sqrt{2\pi}} \left(1 - \frac{1}{2} e^{-\frac{\alpha_0^2}{2}}\right). \tag{20}$$

În principiu, s-au efectuat schimbările de variabile notate astfel:

$$\lambda t^2 = \alpha^2, \tag{21}$$

$$\lambda \tau^2 = \alpha_0^2, \tag{22}$$

în același timp ținîndu-se seama de valcarca raportului $\frac{\theta}{r}$ dintre timpii afectați întreținerii preventive și timpii de reparație efectivă în complex.

De aici, avînd în vedere că:

$$\tau_0 = \frac{\alpha_0}{\sqrt{\lambda}}, \tag{23}$$

rezultă că între valorile acestor coeficienți se pot stabili dependențe și determinări cu ajutorul funcției exponențiale relevînd funcția de supraviețuire.

Totodată:

$$l^* = 1{,}15\ l \text{ și } r^* = 2{,}65,$$

ceea ce înseamnă că:

$$r^* \approx 0{,}48\ r. \tag{24}$$

Concluzia care se desprinde este aceea că reparațiile-reviziile preventive aplicate complexelor mecanizate de abataj oferă coeficienți de disponibilitate mai avantajoși pentru lucrul efectiv al abatajului, în vederea realizării unei producții fizice sporite.

III. Estimarea apariției avariilor tehnico-constructive la secțiile de susținere mecanizată

În abatajele frontale din stratul 3, blocul IV, de la mina Lupeni, cele 54 de secții de susținere dintr-un complex mecanizat au fost urmărite într-un interval de timp notat Δt, privind comportarea funcțională.

Desigur, defectele au sursă de apariție, atît din caracteristicile tehnico-constructive necorespunzător proiectate, cît și din modul incorect de exploatare ori lucrul în condiții gelogico-miniere grele.

În tabelul 3 sînt redate, ca pondere temporală, deficiențele apărute la un număr de secții care au lucrat în condiții restrictive cvasiconstante; acestea, interpretate statistic,

Tabelul 3

Stabilirea valorilor ratei de defectare a secțiilor de susținere mecanizată

Nr. crt.	Ziua nr. de defect	Secția nr.	$R(t_i) \cdot 10^{-4}$	Obs.
1	20	4	9,25	Nr. total de secții în abataj: 54
2	25	4	7,40	
3	28	3	6,61	
4	43	9	4,30	Interval de observații: $\Delta t = 0$-90 zile
5	45	27	3,77	
6	58	28	3,19	
7	72	53	2,57	
8	81	7	2,28	
9	86	4	2,15	

oferă cîteva concluzii preliminare privind posibilitatea de evaluare într-un calcul mai aprofundat a siguranței în funcționare a întregului sistem de susținere mecanizată.

Folosind relația:

$$R(t) = \frac{N(t)}{N_i \Delta t}, \tag{25}$$

în care:

$R(t)$ este rata defectelor apărute la secțiile de susținere din complexul mecanizat de abataj;

$N(t)$ — numărul secțiilor afectate în intervalul $t \pm \Delta t$;

N_i — numărul total de secții de susținere mecanizată din abataj,

s-au dedus valorile ratei defectelor.

În figura 3 sînt redate, localizat, secțiile defecte și momentul apariției acestor deficiențe. Se observă că în perioada cercetată jumătatea de abataj dinspre galeria de bază colectoare este afectată mai intens de defecte datorită apariției lor mai numeroase. Situația este strins legată, în principal, de condițiile geo-miniere mai necorespunzătoare, în această parte a abatajului, într-o anumită perioadă, deoarece compatibi-

litatea caracteristicilor utilajelor cu zăcămîntul pe ansamblu este cvasiconstantă.

Matematic se stabileşte că rata defectelor $R(t)$, scrisă într-o astfel de formă, caracterizează sistemul de secţii pînă la apariţia primului defect.

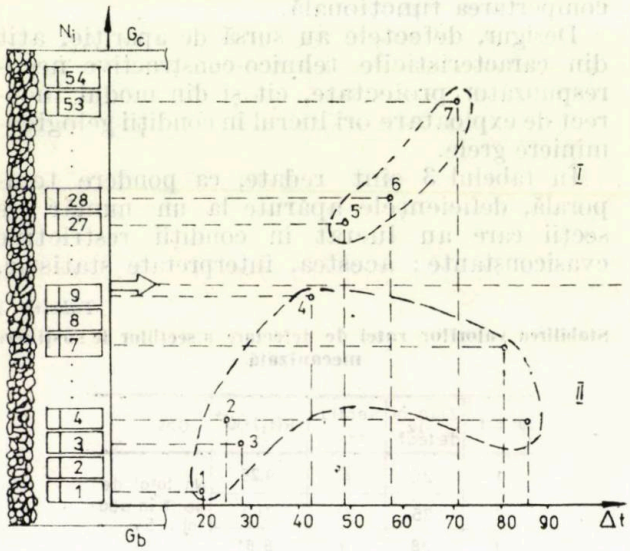


Fig. 3. Localizarea defectelor la secţiile de susţinere într-un complex mecanizat de abataj din stratul 3/IV de la mina Lupeni:

G_c – galerie de cap; G_b – galerie de bază; I – zonă sub influenţa redusă a defectelor; II – zonă sub influenţa intensă a defectelor

Aşadar, pentru intervalul $t_1 = 22$ de zile cînd a apărut primul defect în complexul de susţinere la secţia nr. 2 din abataj, se stabileşte o rată a defectelor cu valoarea:

$$R(t_1) = \frac{1}{54 \cdot 22} = 9{,}25 \cdot 10^{-4}. \qquad (26)$$

Presupunînd că defectarea la secţia nr. 2 n-a existat, următoarea apariţie a defectului la cadrul nr. 4 (conform fig. 3) la $t_2 = 25$ zile, comparativ, ar reduce rata defectării la valoarea:

$$R(t_2) = \frac{1}{54 \cdot 25} = 7{,}40 \cdot 10^{-4} \qquad (27)$$

Deci, teoretic, pentru defectele apărute se poate trasa o curbă a evoluţiei valorilor ratei de defectare, în ipoteza anulării existenţei însăşi a defectului sau a neintervenţiei pentru remedierea acestuia, neinfluenţîndu-se semnificativ lucrul în abataj (Acestea sînt, de obicei, defecte la subansamblele secţiilor şi care nu au atît efect de stagnare a procesului de producţie încît să se constituie în surse potenţiale de generare şi amplificare a altor defecte mai mari) (fig. 4).

Se deduce că dacă rata defectelor are valori reduse, timpul de funcţionare fără apariţia vreunui neajuns constructiv-funcţional la secţiile de susţinere mecanizată este mai mare.

Cunoscînd rata de defectare se pot aprecia şi celelalte elemente statistice: media, dispersia, probabilitatea de funcţionare fără defecte.

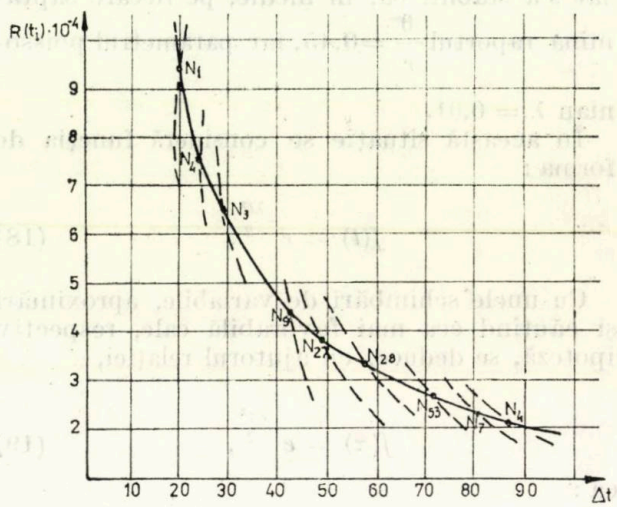


Fig. 4. Graficul evoluţiei teoretice a valorilor reale de defectare într-un complex mecanizat de abataj.

Considerînd $N_1(t)$ secţii care lucrează satisfăcător pînă în momentul t al apariţiei unui defect pentru intervalul $t \pm \Delta t$, se apreciază că numărul secţiilor defecte este dat de relaţia:

$$N(t) = -[N_2(t + \Delta t) - N_1(t)], \qquad (28)$$

în care:

$N_1(t)$ – este numărul de secţii ce lucrează satisfăcător pînă în momentul t;

$N_2(t + \Delta t)$ – numărul de secţii ce lucrează satisfăcător pînă în momentul $t + \Delta t$.

La limită, cu condiţia $\Delta t \to 0$, se obţine rata defectelor, ţinînd seama de probabilitatea de funcţionare fără defecte notată $P(t + \Delta t)$ la momentul $t + \Delta t$ şi $P(t)$ la momentul t, care are expresia:

$$R(t) = -\lim_{\Delta t \to 0} \frac{P(t + \Delta t) - P(t)}{\Delta t} = -P'(t) \qquad (29)$$

rezultatul $P'(t)$ fiind derivata ratei defectelor.

Se poate scrie, în continuare, că:

$$R(t) = Q'(t), \qquad (30)$$

în care $Q'(t)$ este o funcţie derivată ajutătoare integrării. Deci:

$$Q(t) = \int_0^t R(t)\, dt, \qquad (31)$$

sau, în final, probabilitatea de lucru fără defecte, ținîndu-se seama de configurația ratei defectelor are expresia :

$$P(t) = 1 - \int_0^t R(t)\,dt \qquad (32)$$

Rata de defectare este proprie proceselor aleatoare și, prin densitatea de repartiție, ea determină ceea ce se petrece ca fenomen aleatoriu, respectiv perioada în care există defecte în sistemul de susținere din complexele mecanizate de abataj.

Concluzii

1. Deficiențele în exploatarea complexelor mecanizate de abataj fac parte integrantă din procesul de producție propriu-zis cu o pondere mai mare sau mai mică, după modul cum sînt estimate, remediate preventiv sau direct.

2. Coeficientul de disponibilitate în lucru a complexului, precum și rata defectelor, sînt instrumente statistico-matematice care, într-o oarecare măsură, evaluează un domeniu al deficiențelor stabilind, prin căi specifice, o imagine a zonelor de influență a defectelor în abataje.

3. Calea preventivă de soluționare a deficiențelor sau previziunea apariției acestora este cea mai indicată pentru studiu și aplicarea practică. Atît coeficienții de disponibilitate, cît și rata defectelor, împreună cu expresia posibilității lucrului în abataje fără defecte, sînt caracteristice ale metodei preventive de înlăturare a deficiențelor de exploatare.

4. Este necesară identificarea, cu un mare grad de precizie, a defectelor posibile de tipul celor care influențează și stagnează întregul proces de producție într-un complex mecanizat de abataj. În această situație este indicată existența rezervei de utilaj sau subansamble esențiale pentru buna desfășurare a activității din abataj, care să preia rolul de înlocuitor al utilajului sau subansamblului în avarie.

5. În mod ideal se tinde spre o limită nulă a sumei timpilor defectelor într-un abataj complex mecanizat sau la diminuarea accentuată a valorii acesteia, astfel încît influența timpilor de intervenție în remedierea deficiențelor să nu influențeze hotărîtor activitatea productivă.

6. Coeficienții de disponibilitate în exploatarea complexelor de abataj sînt subunitari. Pentru cazul limită (ideal) în care se înregistrează timp de reparație nul, coeficientul ar putea atinge valoarea 1. Pentru o creștere exagerată a timpului de reparație pînă la identificarea cu timpul disponibil de lucru, acesta din urmă devine nul și coeficientul teoretic este nul (este cazul particular al avariei totale).

7. Odată cu aplicarea întreținerii preventive, coeficienții de disponibilitate în lucru au valori mai mari decît în cazul neaplicării acestor operații, cînd se intervine doar pentru reparații directe.

8. Estimarea apariției avariilor în complexele mecanizate oferă și o localizare pe zone de abataj, determinînd un studiu mai atent al condițiilor și al interacțiunii utilaj-zăcămînt, astfel încît să se contracareze efectele negative date de frecvența ridicată și influența intensă a defectelor în aceste porțiuni de front activ.

9. Pentru generalizare, se impune studiul mai complet și reprezentativ al apariției defectelor în abatajele mecanizate în care să fie incluși mai mulți parametri variabili care, odată evaluați, să ofere prognoza eșalonării în timp și amploare a deficiențelor.

10. În condițiile mecanizării intensive a operațiilor din abatajele frontale, pe lîngă introducerea tehnicii noi în activitatea de exploatare se justifică, pe deplin, și instrumentele statistico-matematice de organizare, conducere și perfecționare a acestui proces.

Bibliografie

[1] Onicescu, O. *Calculul probabilităților*. Ed. tehnică, București, 1956.

[2] Golstein, E., Youdine, D. *Problèmes particuliers de la programmation linéaire*. Editions de Moscou, 1973.

[3] Văduva, I., Dinescu, C., Săvulescu, B. *Modele matematice de organizare și conducere a producției*. Ed. didactică și pedagogică, București, 1974.

[4] Tiron, M. *Prelucrarea statistică și informațională a datelor de măsurare*. Ed. tehnică, București, 1976.

Săparea puţurilor de mină prin diferite tehnologii

Ing. I. Căruntu
I.C.I.T.P.M.L. Craiova

I. Generalităţi

Comparativ cu rezervele de lignit exploatate pînă în prezent, situate, în mare parte, deasupra nivelul hidrostatic şi în condiţii geologo-miniere relativ uşoare, în viitor va creşte ponderea rezervelor situate la adîncimi mari, cu condiţii hidrogeologice grele şi foarte grele.

În aceste condiţii de adîncime, deschiderea zăcămîntului nu se mai poate face prin plane înclinate sau galerii de coastă, ci prin lucrări miniere verticale.

În cazul rocilor considerate cu condiţii hidrogeologice uşoare, puţul poate fi săpat cu metode obişnuite (fig. 1).

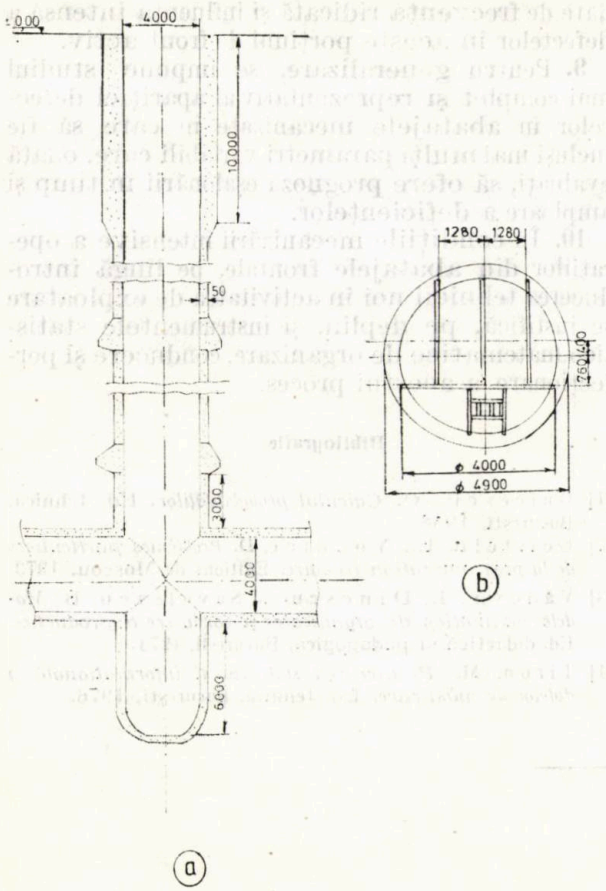


Fig. 1. Metoda clasică, puţ cu diametrul de 4 m, Vîrghiş-Est: *a* – secţiune verticală; *b* – secţiune orizontală

Dacă lucrarea minieră străbate nisipuri acvifere sub presiune cu pericol de erupţie, traversarea acestor formaţiuni de roci instabile nu se poate face cu tehnologiile obişnuite, fiind necesară aplicarea altor metode, care să permită accesul în zăcămînt fără pericol.

În acest sens, atît pe plan mondial, cît şi în ţara noastră s-au perfectat două tehnologii:

- metoda de săpare cu îngheţarea prealabilă a rocilor;
- metoda de săpare prin foraj total cu instalaţii de foraj tip miner.

II. Metoda îngheţării

Această metodă constă în îngheţarea rocilor înconjurătoare prin care urmează a se executa lucrarea minieră. Aplicarea acestei metode a început în urmă cu 100 ani, fiind folosită pentru executarea diferitelor lucrări de construcţii industriale sau miniere.

În ţara noastră, aplicarea metodei a început în urmă cu 20 ani, servind la executarea a două puţuri miniere în bazinul minier Cîmpulung Muscel şi recent la parte din lucrările metroului din Bucureşti.

Anterior metoda se aplica prin îngheţarea întregului pachet de roci, începînd de la suprafaţa solului.

În prezent metoda a fost perfecţionată în cadrul I.C.I.T.P.M.L. Craiova şi s-a trecut la îngheţarea zonală, numai a pachetelor de roci acvifere, faţă de întreaga coloană de roci.

Săparea şi susţinerea lucrării se face cu metode obişnuite.

În zonele cu formaţiuni acvifere, consolidate prin îngheţare, săparea se execută clasic, iar susţinerea se dimensionează corespunzător presiunii litologice.

Metoda perfecţionată se aplică în prezent tot la I.M. Cîmpulung la săparea unui puţ cu diametrul liber de 5 m şi adîncimea de 402 m.

Îngheţarea rocilor acvifere se realizează cu ajutorul unui agent purtător de frig recirculat prin coloane de îngheţare introduse în găuri forate, amplasate pe un contur circular în exteriorul lucrării miniere, produs într-o instalaţie frigorifică amplasată la suprafaţă (fig. 2).

III. Metoda prin foraj total

Aplicarea acestei metode este de dată mai recentă.

În ţara noastră, aplicarea metodei a început în urmă cu doi ani în bazinul minier Oradea, unde s-a realizat un puţ forat cu diametrul liber de 3 m şi adîncimea de 282 m.

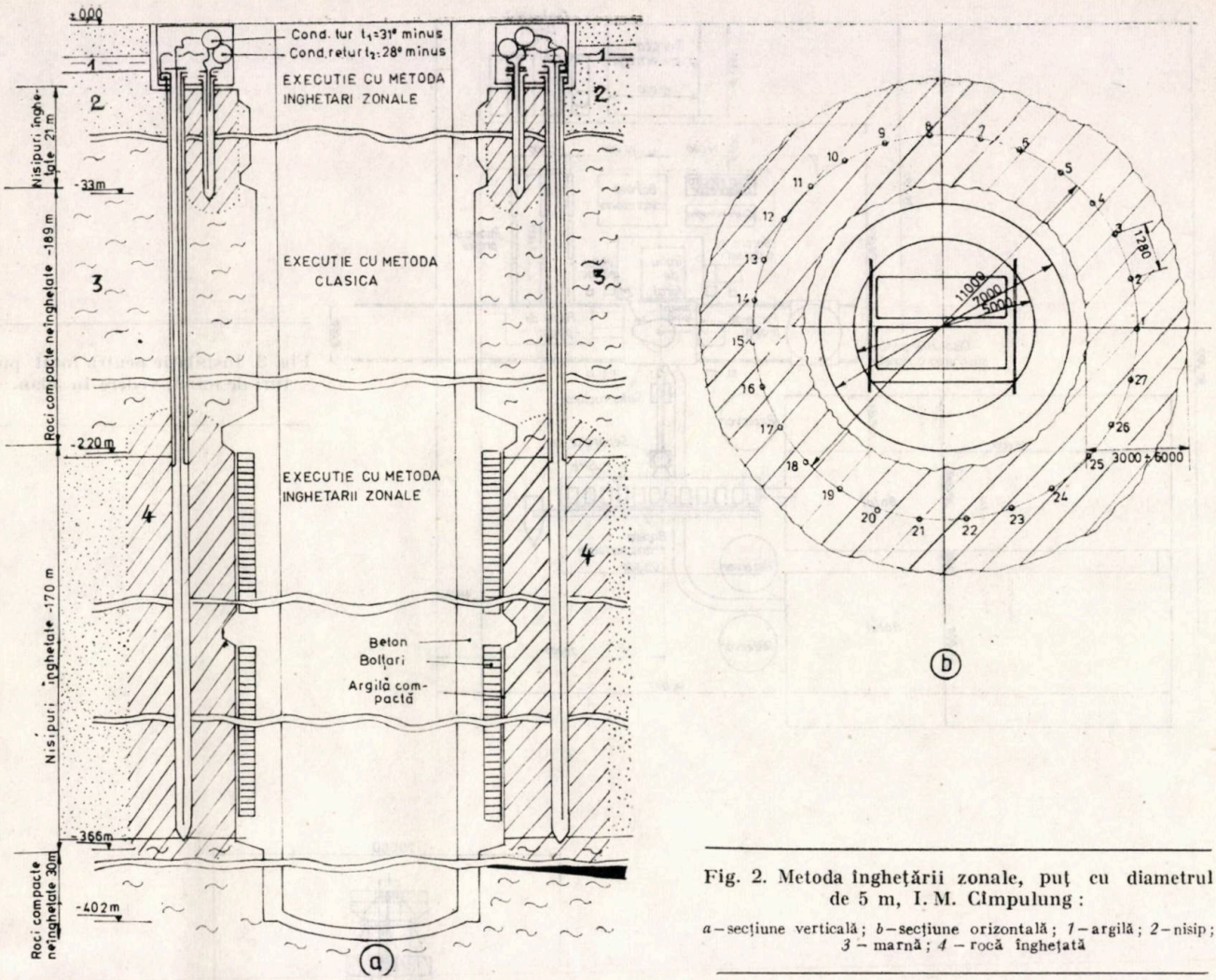


Fig. 2. Metoda înghețării zonale, puț cu diametrul de 5 m, I. M. Cîmpulung:

a – secțiune verticală; *b* – secțiune orizontală; *1* – argilă; *2* – nisip; *3* – marnă; *4* – rocă înghețată

Pe parcurs a fost proiectată și executată o instalație de foraj (F. 400 M) cu care se pot săpa puțuri de mină cu diametrul liber de 4 m și adîncimi pînă la 500 m (fig. 3; 4).

Această instalație este aplicată în prezent pe un amplasament în bazinul Căpeni — Baraolt pentru executarea puțului minei Baraolt-Sud cu diametrul liber de 4 m și adîncimea de 400 m.

Pentru executarea puțurilor cu diametrul liber de 5 m se va construi instalația F.M.P. —1000, cu adîncimi pînă la 500 m și diametrul de 4 m, cu adîncimi de 1 000 m.

Metoda constă în forarea puțului cu o sapă cu role sau discuri pînă la adîncimea finală și umplerea spațiului forat cu noroi dens.

Detritusul rezultat din forare se evacuează din puțul forat prin aer-liftare.

După terminarea forării pînă la talpa puțului, se începe operația de susținere definitivă prin introducerea prin plutire în gaura forată a unei coloane din burlane de oțel (grosimea peretelui de 15—50 mm în funcție de adîncime) cu diametrul liber egal cu diametrul puțului (fig. 5).

Urmează operația de golire a coloanei prin aer-liftare sau lăcărire.

După demontarea instalației și eliberarea amplasamentului se construiește turnul puțului, se amenajează puțul și se echipează cu vase de transport.

IV. Compararea variantelor

În tabelul 1 se arată caracteristicile constructive ale unor puțuri de mină executate sau în curs de execuție prin diferite metode.

Puțul de la Vîrghiș — Est s-a executat prin metoda clasică, în condiții hidrogeologice ușoare, dar această metodă nu se poate aplica și în celelalte cazuri, ea servind numai ca element de comparație. Puțurile executate la Cîmpulung, prin înghețare; la Baraolt-Sud, prin foraj; la Borod-Borozel, prin foraj cuprind elemente certe de comparație, iar pentru puțul prevăzut a se executa în condițiile de la București-Sud, prin foraj, elementele caracteristice arătate sînt orientative.

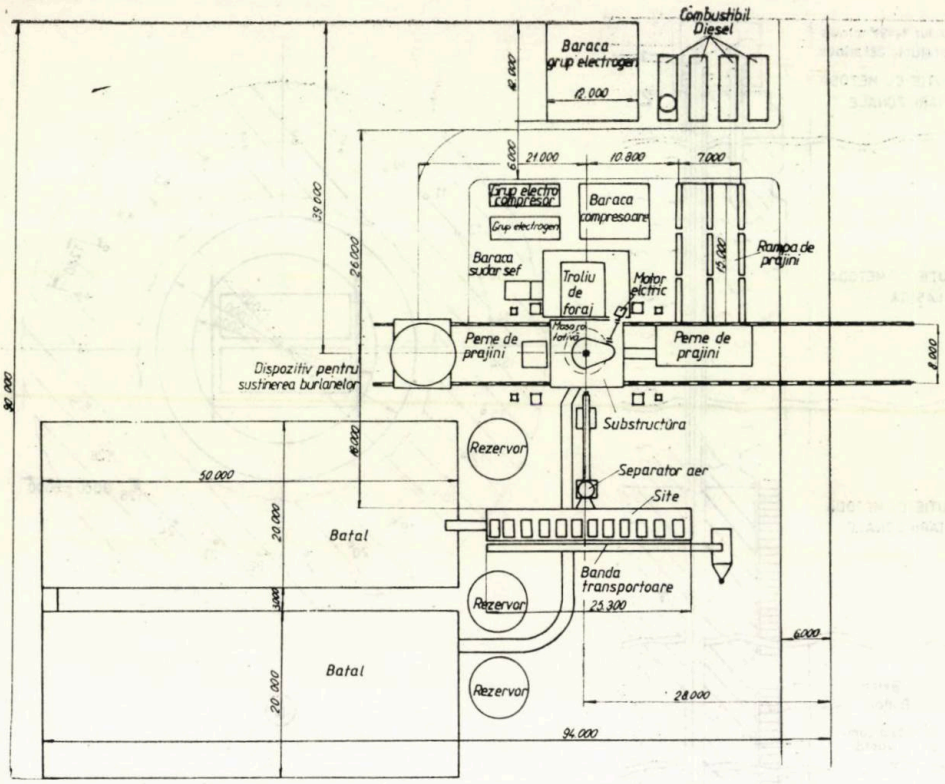


Fig. 3. Instalaţie pentru forat puţuri de mină, vedere în plan.

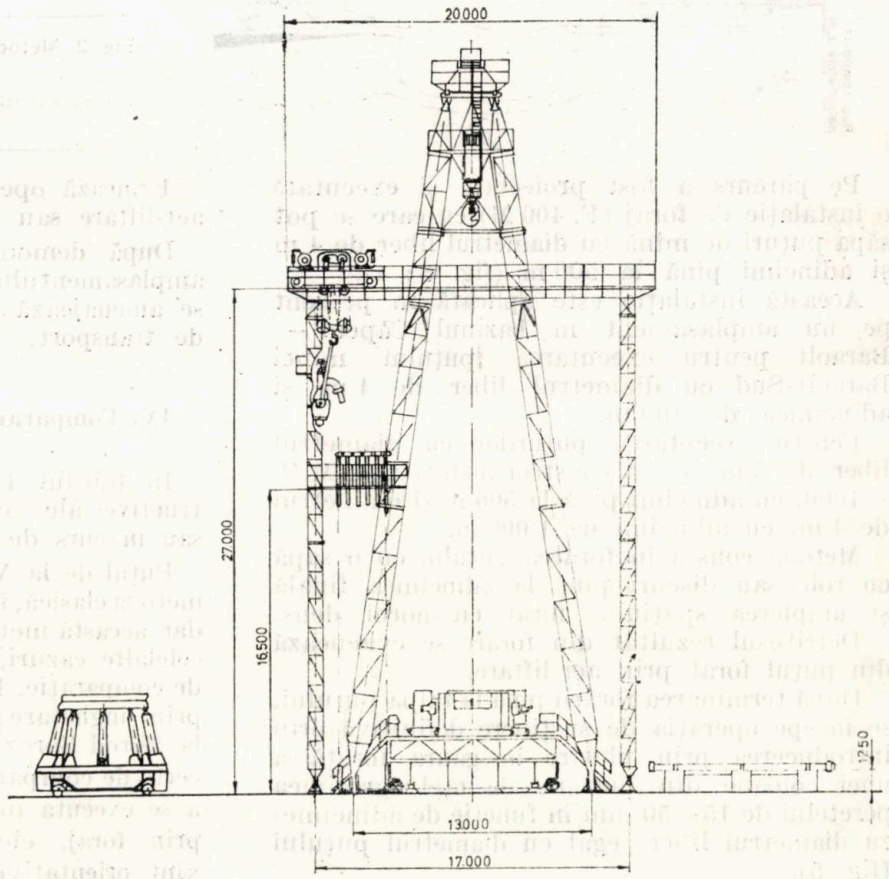


Fig. 4. Instalaţie pentru forat puţuri de mină, vedere în secţiune verticală

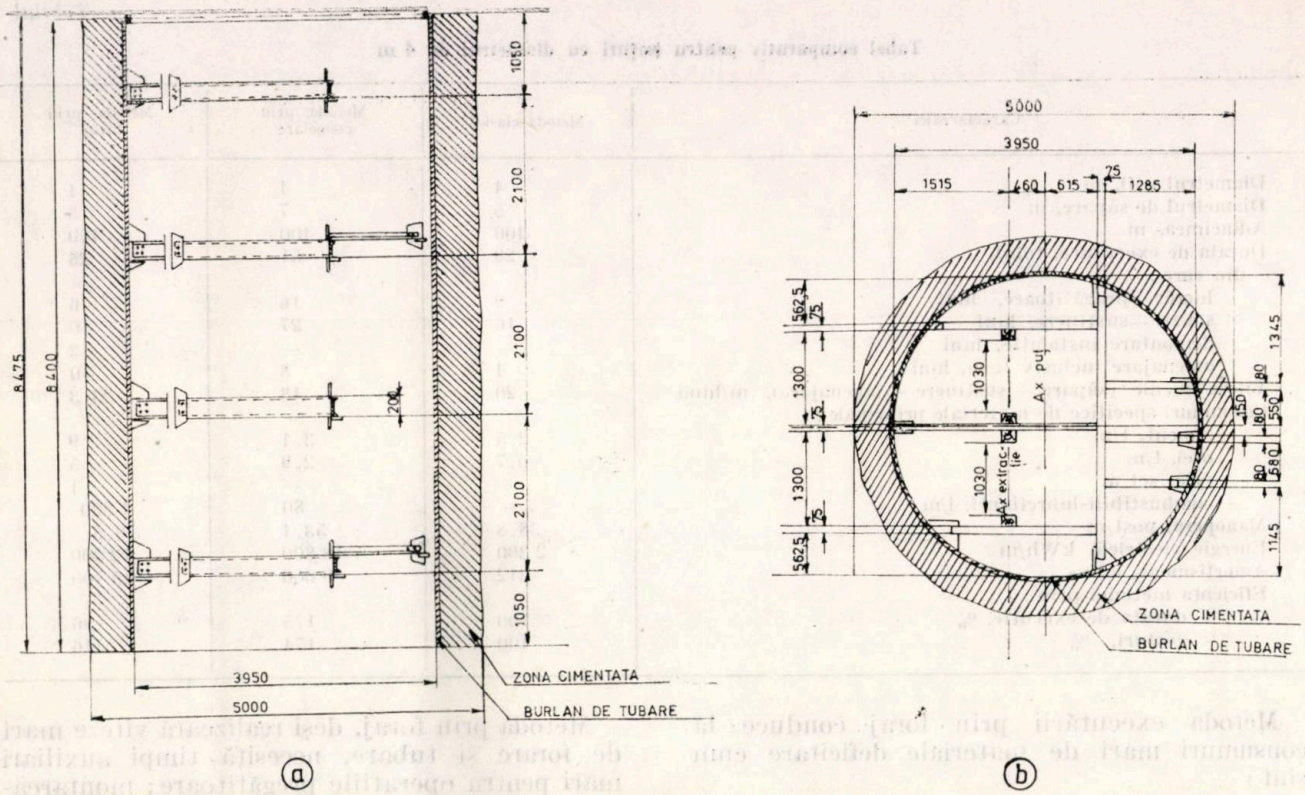


Fig. 5. Puț de săpat prin foraj cu diametrul de 4 m, Baraolt-Sud :
a – secțiune verticală ; *b* – secțiune orizontală

Tabelul 1

Puțuri de mină pentru zăcămintele de lignit

Caracteristici	Metoda clasică	Metoda înghețării	Metoda forării		
	Puț extracție Virghis-Est	Puț extracție I.M. Cîmpulung	Puț extracție Baraolt-Sud	Puț extracție Borod-Borozel	Puț extracție București-Sud
Diametrul util, m	4	5	4	2,96	5
Diametrul de săpare, m	5	6–7,1	5	3,6	6
Adîncimea, m	180	402	400	282	500
Durata de executare, total,	20	66	28	16	34
din care :					
lucrări pregătitoare, luni	9	18	6	3	8
săpare-susținere, luni	7	40	10	6	16
demontare instalație, luni	—	—	2	1	4
amenajare, inclusiv turn, luni	4	8	10	6	10
Viteza medie (săpare-susținere-amenajare), m/lună	20	9,1	33,3	31,3	31,3
Consumuri specifice de materiale principale :					
ciment, t/m	2,5	3,8	9	4,0	9,8
oțel, t/m	0,7	3,6	5	2,44	6,5
role, set/100 m	—	—	1	1,77	1
combustibili-lubrefianți, l/m	—	120	1 800	1 270	1 870
Manopera, post/m	38,8	66,7	10,5		11
Energie electrică, kWh/m	2 300	23 600	13 000	6 000	16 000
Amortisment, lei/m	312	9 000	45 700	13 710	55 920

În tabelul 2 s-au determinat elementele caracteristice pentru trei puțuri de mină, executate prin cele trei metode, cu aceiași parametri constructivi :

— diametrul liber, 4 m ;
— adîncimea finală, 400 m.

Trebuie arătat că odată cu creșterea adîncimii și a diametrului puțului executarea lucrărilor se complică, iar costurile devin progresive, în raport cu aceste caracteristici. Se menționează că metoda clasică nu se poate aplica acolo unde se aplică metodele speciale.

Tabelul 2

Tabel comparativ pentru puțuri cu diametrul de 4 m

Caracteristici	Metoda clasică	Metoda prin congelare	Metoda prin foraj
Diametrul util, m	4	4	4
Diametrul de săpare, m	5	7	5
Adîncimea, m	400	400	400
Durata de executare, total,	29	51	28
din care :			
lucrări pregătitoare, luni	9	16	6
săpare—susținere, luni	16	27	10
demontare instalație, luni	—	—	2
amenajare inclusiv turn, luni	4	8	10
Viteza medie (săpare — susținere — amenajare), m/lună	20	13	33,3
Consumuri specifice de materiale principale :			
ciment, t/m	2,5	3,1	9
oțel, t/m	0,7	2,9	5
role, set/m	—	—	1
combustibili-lubrefianți, l/m	—	80	1 800
Manopera, post/m	38,8	53,4	10,5
Energie electrică, kWh/m	2 300	18 800	12 000
Amortisment, lei/m	312	9 000	45 700
Eficiența metodei prin :			
— durata de execuție, %	100	175	96
— costuri, %	100	174	416

Metoda executării prin foraj conduce la consumuri mari de materiale deficitare cum sînt :

— cimentul, 9 t/m, față de 3,1 t/m prin înghețare ;

— metalul, 5 t/m, față de 2,9 t/m prin înghețare ;

— combustibili-lubrefianți, 1 800 l/m, față de 80 l/m prin înghețare.

La executarea puțului prin metoda înghețării este necesar un consum ridicat de energie electrică (18 800 kW/m față de 12 000 kW/m la metoda prin foraj) datorat menținerii în funcțiune un timp îndelungat a instalației de producere a frigului, pînă la terminarea săpării și susținerii în zonele cu roci acvifere.

Pentru fiecare metodă, în afara timpului necesar pentru săpare și susținere, intervin și alte operații auxiliare care cresc durata totală a execuției pentru punerea în funcțiune.

Metoda prin foraj, deși realizează viteze mari de forare și tubare, necesită timpi auxiliari mari pentru operațiile pregătitoare ; montarea-demontarea instalației, construcția turnului de extracție definitiv, amenajarea și echiparea puțului cu vase de transport.

Totuși, comparativ cu metoda clasică, metoda prin foraj este mai rapidă, necesitînd o durată totală de 28 luni față de 29 luni la metoda clasică și 51 luni la metoda prin înghețare.

Dacă avem însă în vedere costurile, metoda prin foraj este de 4,16 ori mai scumpă decît metoda clasică.

Metoda prin înghețare, ca durată, necesită un timp de 1,75 ori mai mare decît metoda clasică, dar este de numai 1,74 ori mai scumpă decît metoda clasică.

Se poate concluziona că aplicarea metodelor de săpare a puțurilor trebuie făcută diferențiat, în funcție de condițiile geologo-miniere și urgența intrării în exploatare a puțurilor respective.

Trasori nucleari în lucrări de asecare. Experimentări „in situ" la un zăcămînt de cărbune

Ing. **R. Catilina**, fiz. **I. Păunică**, tehn. **G. Hlateu**
Institutul de fizică și inginerie nucleară

I. Date generale

Dezvoltarea în ritm susținut a industriei miniere impune introducerea în circuitul economic a diverselor tipuri de zăcăminte, dintre care unele se găsesc în condiții hidrogeologice dificile, fiind cantonate în complexe de roci în care sînt intercalate orizonturi acvifere. In această situație, ansamblul lucrărilor destinate reducerii presiunii sau a volumului de apă din orizonturile acvifere, care influențează negativ exploatarea optimă a zăcămîntului, capătă un loc din ce în ce mai important în crearea posibilităților de exploatare în condiții normale sau condiționează chiar exploatarea acestora.

În ultima perioadă, tehnicile nucleare, respectiv trasorii nucleari, au un rol tot mai important în asecarea zăcămintelor, putînd contribui la mărirea gradului de cunoaștere a unor parametri referitori la procesul de asecare. Rezultatele aplicării tehnicilor cu trasori radioactivi pot interveni în diverse etape de punere în valoare a zăcămintelor, respectiv înainte de deschidere, în timpul deschiderii sau în timpul exploatării.

În ansamblul proceselor de asecare, studiile și cercetările cu trasori pot contribui la completarea studiilor clasice, la mărirea gradului de cunoaștere a orizonturilor acvifere, ca de exemplu :

- determinarea originii și a modului de alimentare cu apă a orizonturilor acvifere;
- determinarea caracteristicilor hidrodinamice ale orizonturilor acvifere (direcții de curgere, timp de tranzit etc.);
- punerea în evidență a interconexiunilor între apele de suprafață și cele subterane;
- punerea în evidență a interconexiunilor între orizonturi acvifere diferite;
- determinarea etanșeității sau neetanșeității unor orizonturi impermeabile sau accidente tectonice;
- determinarea caracteristicilor de asecare :
  - viteza de curgere;
  - zona de influență a unei lucrări de asecare;
  - timp de tranzit;
  - recircuitări ale apei în procesul de asecare;
- cunoașterea modului de antrenare a nisipurilor din orizonturile acvifere;
- influența orizonturilor acvifere asupra lucrărilor miniere;
- determinarea legăturilor hidraulice între zonele asecate și cele în curs de asecare.

Aplicarea tehnicilor cu trasori nucleari impune existența unor date furnizate de studiile clasice, ca de exemplu :

- date meteorologice;
- date hidrologice (cursuri de apă, debite etc.);
- date hidrogeologice (caracterizarea cît mai completă a orizonturilor acvifere);
- date geologice (litologice, tectonice etc.);
- date morfologice.

Ca toate studiile și cercetările cu trasori radioactivi și utilizarea acestora la studiul asecării impune realizarea unor etape de studii și cercetări, absolut necesare, cum ar fi :

- documentarea (procurarea de date tehnice din zona de investigat, recoltări de probe etc.);
- studii și cercetări de laborator, pe machete, micropilot și pilot pentru :
  - elaborarea căilor de abordare a experimentărilor;
  - elaborarea modelărilor fizico-matematice a fenomenelor;
  - proiectarea radiometrică a cercetărilor;
  - selecționarea, prepararea și testarea trasorilor radioactivi;
- proiectarea tehnologică a experimentului „in situ";
- efectuarea experimentului „in situ" (marcarea cu trasori a acviferului, detecție și măsură, recoltări de probe);
- prelucrarea datelor primare și redactarea studiului cu rezultatele obținute.

II. Trasori nucleari

Trasori radioactivi (radionuclizi)

După cum este cunoscut, trasorii radioactivi, pentru scopul pe care-l urmărim, se pot caracteriza prin.

Durata de înjumătățire $T_{1/2}$ (caracteristică esențială la alegerea radionuclidului cel mai adecvat) definită ca intervalul de timp în decursul căruia se dezintegrează jumătate din numărul nucleelor radionuclidului respectiv și este dată de relația :

$$T_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda} \qquad (1)$$

în care λ este constanta radioactivă.

În tabelul 1 se redau, pe lîngă alte caracteristici, și timpii de înjumătățire pentru cîțiva radionuclizi mai des utilizați în lucrările cu trasori radioactivi la studii de asecare.

Energia radiaţiilor emise în dezintegrare, caracteristică pentru o anumită radiaţie a unui radionuclid (fig. 1 ^{24}Na şi 2 ^{60}CO şi tab. 1) este element esenţial pentru identificarea şi măsurarea radionuclidului.

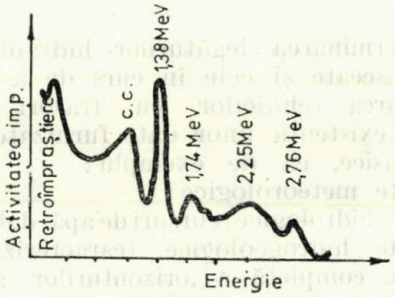


Fig. 1

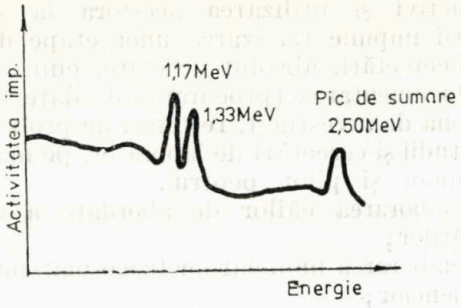


Fig. 2

Tabelul 1

Radionuclizi utilizaţi în studiile de asecare

Radionuclidul	Timp de înjumătăţire	Energia radiaţiilor gamma mai importante, MeV	Abundenţa relativă, %	Coeficient de retenţie, ml/g
Sodiu 24	15 h	1,37 2,75	100 100	75,72
Brom 82	36 h	0,554 0,619 0,777	75 42 83	1,37
Iod 131	8,1 d	0,364	79	1,70
Lantan 140	40,2 h	1,597	98	36,25
Aur	2,70 d	0,412	95,8	28,32

Activitatea A, mărime fundamentală pentru caracterizarea surselor radioactive şi luarea măsurilor de radioprotecţie, definită prin numărul dezintegrărilor în unitatea de timp conform relaţiei:

$$A = -\frac{dN}{dt} \qquad (2)$$

Trasorii radioactivi prezintă o serie de avantaje în desfăşurarea lucrărilor, din care evidenţiem pe cele mai importante:

— emisii de radiaţii neinfluenţate de condiţiile fizico-chimice ale mediului (temperatură, presiune, aciditate, culoare etc.);

— uşurinţa de detectare cu ajutorul unor detectori transportabili;

— sensibilitate mare de detectare pentru concentraţii extrem de mici;

— dispariţia radioactivităţii prin dezintegrare.

III. Experimentări „in situ"

1. *Date generale*

În lucrare se arată, pe scurt, studiile şi cercetările efectuate la E.M. Horăşti pentru determinarea eventualelor infiltraţii din orizonturile acvifere superioare în lucrările miniere din subteran, în principal, stabilirea legăturii între apele din orizontul III acvifer şi apele din lucrările miniere din sectorul II Horăşti şi stabilirea existenţei eventualei legături între apele din orizonturile XII şi X şi apele din galeria 34 329 de la E.M. Leurda. Pentru realizarea obiectivelor propuse, avînd în vedere complexitatea fenomenelor, a distanţelor mari cît şi mărirea nivelului de încredere a rezultatelor obţinute, s-au utilizat în cercetări, atît izotopi radioactivi, cît şi izotopi stabili activabili la reactor.

După datele din rapoartele de specialitate reiese că perimetrul minier Horăşti este situat între rîul Motru, la vest, şi Jilţul Tehomirului, în nord-est. El se află pe teritoriul localităţilor Horăşti, Scoarţa, Duculeşti, Valea Bisericii, Boco şi Larga. Alimentarea cu apă potabilă a satelor din perimetru se asigură prin fîntîni individuale executate, în cea mai mare parte, în orizontul acvifer freatic din aluviunile principale şi, mai puţin, din nisipurile pliocene.

Cîmpul minier Horăşti prezintă un aspect deluros cu altitudini ce variază între 282 şi 383 m.

Reţeaua hidrografică este constituită din rîul Motru, la vest, Jilţul Tehomirului, în nord-est, fiind afluent al Jilţului Mare şi al Jilţului Mic, respectiv Valea Strîmtului care trece aproximativ prin mijlocul cîmpului minier, ce se varsă în Jilţul Tehomirului. Toate acestea prezintă o serie de văi afluente şi agrare, care nu au cursuri de apă permanente, regimul lor fiind torenţial.

Structural, în zonă se disting caracteristicile tectonice ale Depresiunii getice. Tectonica mai puţin complicată decît în nordul şi estul regiunii se evidenţiază prin cute (plicative largi) afectate de falii orientate, în general, în două direcţii N—S şi E—V. Structura profundă presarmaţiană pare să fie mai complicată. Majoritatea faliilor sînt verticale, cele

orientate E—V avînd o amploare mai mare. Falii de amploare mai mică, destul de numeroase, complică tectonica depozitelor neogene.

Litologic, zona investigată cuprinde următoarele formațiuni: sol vegetal pe o grosime medie de 1 m, argile cu intercalații de strate cu nisip acvifer și cărbuni.

În zonă s-au pus în evidență trei orizonturi acvifere denumite:

— superior, orizontul III;
— intermediar, orizontul II;
— inferior, orizontul I.

Direcția de curgere este legată de structura orizontului, adică NV—SE, cu o viteză maximă de curgere de 1 m/24 h (frecvent 0,80 m/24h).

În orizontul III se apreciază 0,2 m/24h (rocă cu porozitate 20 %). Se apreciază că raza de răspîndire a izotopului în jurul forajului de injecție va fi de circa 40 m. Grosimea orizontului III cu apă este de circa 5 m.

2. *Studii și experimentări de laborator*

2.1. Alegerea trasorului radioactiv

Dacă un trasor este introdus într-o formațiune acviferă subterană, atunci între acesta și mediul subteran, apa liberă, rocile și apa legată, se formează raporturi foarte complexe, care duc, în general, la scăderea concentrației trasorului.

Cunoașterea acestor raporturi are o importanță esențială în metodologia de lucru cu trasori. Complexitatea fenomenelor materializate în operațiile cu trasori radioactivi impune, în vederea unei aprecieri cît mai apropiate de realitate a rezultatelor, ca fiecare operație să fie privită ca un caz particular și tratat în consecință. Pentru aceasta este necesar a se studia factorii cei mai importanți care contribuie la variația concentrației trasorului radioactiv și la modificarea frontului de undă. Acești factori sînt dezintegrarea, difuzia, retenția izotopului.

Dezintegrarea constituie un factor care poate fi determinat cu precizie suficientă și are loc după legea:

$$\Lambda = \Lambda_0 e^{-\lambda t} \qquad (3)$$

în care λ este precis determinată pentru toți izotopii radioactivi utilizați ca trasori în radiohidrologie. De acest factor trebuie ținut seama cînd durata studierii fenomenului subteran este comparabilă cu durata de înjumătățire a izotopului radioactiv.

Difuzia poate conduce la fenomene neplăcute și anume:

- determină o creștere a vitezei de deplasare a trasorilor radioactivi față de viteza apelor subterane;
- determină deplasarea trasorilor radioactivi în toate direcțiile.

Retenția izotopului. Toți trasorii utilizați sînt reținuți într-o anumită proporție de către mediul traversat de apa subterană. Gradul de reținere, pe unitatea de parcurs, variază în funcție de caracteristicile trasorului și ale mediului străbătut. Această reținere are loc pe două căi principale: prin schimbul ionic și prin adsorbție, care influențează cel mai puternic mișcarea trasorului și pot determina o separare netă a frontului de înaintare a trasorului față de frontul de înaintare a apei. În afară de acestea mai pot interveni o serie de procese chimice ca urmare a faptului că poate să străbată roci cu caracteristici foarte variate. Retenția trasorului radioactiv este caracterizată prin coeficientul K_d definit prin relația:

$$K_d = \frac{R_0 - R}{R} \frac{250 \text{ ml}}{10 \text{ g}} \qquad (4)$$

unde:

R_0 este viteza de numărare medie a soluției inițiale;
R — viteza de numărare medie a soluției după ce a stat în contact 24 ore cu roca.

Acest coeficient se determină în condiții de laborator prin metode statice și dinamice.

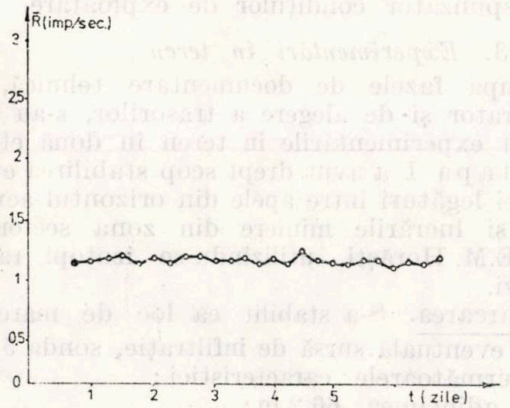


Fig. 3

Alegerea izotopilor radioactivi pentru încercări de laborator și experimentări „in situ".

Un trasor ideal introdus în apa subterană pentru studiul caracteristicilor hidrologice ale acesteia trebuie să se deplaseze cu aceeași viteză ca și apa, cu pierderi minime pe unitatea de parcurs. În afară de aceasta, trasorul radioactiv trebuie să aibă o durată de înjumătățire și să emită radiații caracteristice, astfel încît după încheierea experiențelor să nu se interfereze cu experimentările ulterioare de același tip și să nu contamineze apa peste limitele care ar constitui un risc pentru utilizatori. Este evident că un astfel de trasor nu există.

Există însă o varietate mare de trasori radioactivi care, utilizați în anumite condiții, au o comportare asemănătoare cu trasorul ideal. Ținînd seama de lucrările efectuate în laborator și de ansamblul caracteristicilor izotopilor radioactivi — retenție, energie, timp de înjumătățire, măsuri de radioprotecție, preț de cost — s-au ales ca trasori pentru lucrări de scurtă durată $^{82}B_r$, ^{131}I și ^{24}Na.

2.2. Alegerea aparaturii de măsură

Aparatura de măsură ce va fi utilizată trebuie să satisfacă o serie de condiții foarte dificile. Pentru lucrări de laborator, măsurători spectrometrice, analize complexe prin activare, se utilizează aparatură de mare sensibilitate.

Astfel, pentru lucrările de laborator au fost utilizate numărătoare electronice, sonde detectoare cu scintilație, analizoare multicanal, instalații de măsurare cu fond redus.

Pentru măsurătorile „in situ" apar probleme de etanșare a sondelor detectoare care vor fi imersate în apă, iar aparatele trebuie să fie robuste, rezistente la șocuri și umiditate.

Astfel, s-au utilizat sonde cu scintilație și cu contoare G.M. etanșe, numărătoare portabile NP 537 și 632, debitmetre de radiații 537 A, înregistratoare electronice adaptate corespunzător condițiilor de exploatare.

3. *Experimentări în teren*

După fazele de documentare tehnică, de laborator și de alegere a trasorilor, s-au executat experimentările în teren în două etape.

Etapa I a avut drept scop stabilirea eventualei legături între apele din orizontul acvifer III și lucrările miniere din zona sectorului II E.M. Horăști, utilizîndu-se izotopi radioactivi.

Marcarea. S-a stabilit ca loc de marcare, deci eventuală sursă de infiltrație, sonda 5 150 cu următoarele caracteristici:

— adîncimea, 66,2 m;
— adîncimea pînă la apă, 61 m;
— adîncimea pînă la orizontul III, 62 m;
— cota la gura sondei, +310 m;
— distanța pe verticală, între gura sondei și nivelul abatajului 65 (cota +218), este de 92 m, pe orizontală, între talpa sondei și galeria 15 329, este de 250 m, iar pînă la punctul de măsurare din galeria 1 533 este de 300 m;
— diametrul sondei este de 146 mm pînă la 42 m și 89 mm de la 42 m pînă la talpa; ca izotop radioactiv s-a utilizat ^{82}Br cu următoarele caracteristici:

- soluție limpede de bromură;
- concentrație, 0,1 g Br/ml;
- concentrație radiochimică, 100 mCi/ml;
- activitatea specifică, 625 mCi/g ± 30%;
- activitatea totală, 1,2 Ci;
- cantitate de preparat, 12 ml;
- preparatul a fost înfiolat în două flacoane și ambalate în containere de Pb—140.

Trasorul radioactiv a fost injectat în sonda 5 130.

Efectuarea măsurătorilor. Înaintea executării operației de marcare s-a măsurat fondul natural de radiații în sonda 5 130 și în punctele de măsură din subteran (punctul *A* situat în galeria 15 329 la intersecția cu galeria 15 327 și punctul *B* situat în galeria 15 331 la 40 m de gură) pentru a obține date de referințe.

După încheierea operației de marcare s-au efectuat măsurători radiometrice în sonda 5 130, în scopul obținerii de informații privind scăderea concentrației radioactive din sondă.

În punctele de măsură din subteran s-au efectuat măsurători în mod continuu. De asemenea, s-au făcut măsurători radiometrice în cîteva puncte din satul Dumbulești, comuna Sămărinești, pentru a depista o eventuală contaminare a pînzei de apă freatică.

Interpretarea rezultatelor. După încheierea măsurătorilor, datele au fost prelucrate, mediate și reprezentate într-un sistem de axe rectangulare, reprezentîndu-se, în ordonată, vitezele de numărare, iar în abscisă, timpul (fig. 3).

S-a constatat că în punctul de măsură nu s-au remarcat creșteri semnificative ale concentrației radioactive, ceea ce conduce la concluzia că între sonda 5 130 și subteran nu există circulație de apă.

Etapa a II-a a avut ca scop stabilirea eventualei legături între apele din orizonturile XII și X și zona erupției de borchiș din panoul 10 abatajul 5 de la E.M. Leurda care, fiind în continuarea E.M. Horăști, se caracterizează geologic, hidrologic, morfologic etc. în mod similar, conform descrierii făcute.

Și în această etapă s-a utilizat ca trasor Br-82 radioactiv.

Marcarea. S-a stabilit ca marcarea să fie executată în două sonde de cercetare săpate anterior:

— sonda 1, săpată pînă la culcușul nisipului din acoperișul stratului 12 cărbune, cu adîncimea de 28,05 m, nisipul începe de la adîncimea de 10,8 m;
— sonda 2 este săpată pînă la circa 60 m, iar zona de interes este situată între 50 și 60 m adîncime.

Cele două sonde au fost săpate cu diametrul de 108 mm și tubate 98 mm. Accesul la sonde se face prin comuna Băzăvani.

Efectuarea măsurătorilor. Măsurătorile radiometrice și prelucrarea probelor de apă s-au efectuat în galeria 34 328 abatajul 5/10 în două puncte:

— *J* — jompul situat la 15 m față de frontul abatajului;

— F — filtrul cel mai apropiat de frontul abatajului.

Filtrele sînt plantate la distanțe de 2—3 m între ele și fiecare deschide simultan orizonturile acvifere din acoperișurile stratelor X și XII de cărbune.

Înaintea marcării s-a măsurat fondul de radiații în punctele de măsură și s-au prelevat probe de apă pentru obținerea datelor de referință.

Măsurătorile radiometrice s-au efectuat continuu, ziua și noaptea. Cînd s-au evidențiat creșteri semnificative ale concentrației radioactive s-au prelevat probe de apă pentru efectuarea de măsurători spectrometrice în instalații de spectrometrie de înaltă rezoluție și fond redus.

Prelucrarea datelor. Datele obținute în urma măsurătorilor efectuate au fost prelucrate la calculatorul I.F.I.N. tip IBM 370. Măsurătorile experimentale, mediate, au fost catalogate și perforate pe grupe de cîte 8 pe fiecare cartelă, numărul maxim de date admise fiind de 200, pentru fiecare punct de măsură.

Programul de lucru, începînd prin citirea datelor inițiale ale punctului de măsură, continuă cu valorile medii distribuite la intervale de timp egale.

O primă etapă a prelucrării o constituie calculul erorii ce afectează fiecare măsurătoare (în ipoteza unei distribuții normale a acestora) și reprezentarea grafică a datelor „crude". Subrutina prevăzută cu modalitatea de prezentare numerică, ciclică a zilei, orei și minutului cînd s-a efectuat măsurătoarea, prezintă valoarea normalizată a punctului și erorii raportată la o scală admisă de formatul de tipărire al calculatorului.

În continuare, programul de analiză efectuează „netezirea" datelor experimentale. Această procedură, curent utilizată în prelucrarea datelor, are ca scop uniformizarea datelor supusă unor fluctuații de alt ordin decît cel statistic prin minimalizarea fluctuației punctelor de la o dreaptă ce unește un număr dat de puncte măsurate prin metoda celor mai mici pătrate.

Programul conceput pe aceste baze permite operația de netezire între 3 și 7 puncte (în cazul a 7 puncte fiind necesar un polinom de interpolare de gradul 3). Din analiza datelor rezultă însă că utilizarea a 7 puncte conduce la deformarea accentuată a curbelor inițiale. Valorile astfel netezite sînt din nou tabelate și reprezentate grafic.

Calculul fondului reprezintă operația ce precede determinarea maximelor de activitate în raport cu care se face testarea și acordarea nivelului de încredere a maximelor respective. Mărimea fondului este definită ca valoare medie a unui număr de măsurători efectuate pe o perioadă de timp ce precede sau este concomitentă cu marcarea. Eroarea fondului este reprezentată de radicalul numărului total de pulsuri N.

$$\text{Fond } \pm\delta_F = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} N_i \pm \frac{1}{n}\sqrt{\sum_{i=1}^{n} N_i}$$

Maximul de activitate va fi definit astfel de măsura în care este depășit fondul plus 1 ; 2 sau 3 erori standard.

Pentru uniformizarea informațiilor date de diferite sonde detectoare se utilizează raportul între maximul (picul) găsit și fond a cărui eroare totală este reprezentată de suma erorilor pătratice medii.

Nivelul de încredere este definit astfel de valoarea cea mai plauzibilă a integralei de probabilitate pentru diferența dintre maxim și fond afectată de eroarea corespunzătoare picului.

Nivelul de încredere (%) atașat fiecărui pic trebuie tabelat împreună cu poziția lui în timp și valoarea relativă a picului înregistrat.

Ultima parte a analizei conține o ordonare a picurilor după mărime, indiferent de punctul de măsură, permițînd astfel o observare directă a punctelor în care a apărut maximul de activitate.

Interpretarea rezultatelor. Urmare a prelucrării datelor obținute și a reprezentării grafice a vitezelor medii de numărare în funcție de timp, s-au constatat creșteri semnificative ale concentrațiilor radioactive în punctele de măsură (fig. 4).

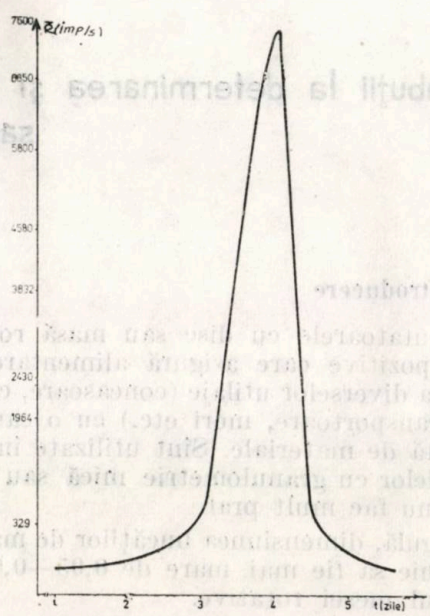


Fig. 4

Măsurătorile spectrometrice efectuate pe probe de apă, prelevate în punctele de măsură,

au confirmat existența trasorilor utilizați ^{82}Br și ^{24}Na.

Concluzii

În urma lucrărilor executate și a interpretării datelor se desprind următoarele aspecte și concluzii.

● Lucrarea redă aplicarea unor tehnici nucleare în lucrările de asecare a orizonturilor acvifere în zona E.M. Leurda.

● Avînd în vedere morfologia regiunii, caracteristicile rocilor, poziția punctelor de măsură și de lansare a izotopilor, lucrarea a prezentat un grad ridicat de dificultate tehnică.

● La executarea lucrărilor s-au utilizat studiile și cercetările efectuate anterior în I.F.I.N.

● Din prelucrarea și interpretarea datelor au rezultat următoarele.

— În prima etapă de experimentări la E.M. Horăști nu s-au evidențiat legături între apele din forajul 5 150 și punctele de măsură din subteran, respectiv galeriile 15 329 și 15 331.

— În a doua etapă de măsurători, creșterea semnificativă a concentrației radioactive din punctele de măsură conduce la punerea în evidență a circulației apei din stratele acvifere XII și X în punctele de măsură din galeria 34 329 și abatajul 5/10; timpul de tranzit al apei din orizontul XII în punctul *J* are loc în 18,5 ore de la lansare, înregistrîndu-se o concentrație maximă (raportul pic/fond = = 69,42). Între forajul din orizontul XII și punctul de măsură *F* apa circulă în 108 ore, înregistrîndu-se o concentrație maximă (raportul pic/fond de 79,35) după circa 112,5 ore de la marcare.

— Între forajul din orizontul X și punctul de măsură *J*, apa circulă în trei ore, iar concentrația maximă s-a detectat după 86 ore.

— Între sonda din orizontul X și punctul de măsură *F* apa circulă în 87,5 ore, iar concentrația maximă s-a detectat după 88,5 ore.

● Creșterile semnificative ale concentrației radioactive din subteran s-au datorat infiltrației apei din punctele de marcare ale trasorilor radioactivi, aceștia fiind puși în evidență prin măsurători spectrometrice. Astfel, în punctul de măsură *F* s-a confirmat prezența trasorilor ^{82}Br și ^{24}Na, iar în punctul *J* numai ^{82}Br.

Bibliografie

[1] Ciorăscu, F., Oncescu M. *Detectarea și măsurarea radiațiilor nucleare.* Ed. Academiei, 1964.

[2] Gaşpar, E., Şerban, D. *Elemente de radioprotecție.* Ed. tehnică, 1976.

[3] Născuțiu, T. *Metode radiometrice de analiză.* Ed. Academiei, 1971.

[4] Duivenstijn, A. J., Vennerloo L. A. *Spectrométrie gamma en practique.* Ed. Centres, 1965.

[5] Gaşpar, E., Oncescu, M. *Radioactive tracers in hydrology.* Ed. Academiei, 1972.

[6] Dinescu, L. *Contribuție la dezvoltarea metodelor nucleare „in situ" folosite în hidrologie.* Teză de doctorat, 1976.

Contribuții la determinarea și mărirea debitului alimentatoarelor cu disc sau masă rotativă

Ing. **I. Muste**
Combinatul minier Cluj

I. Introducere

Alimentatoarele cu disc sau masă rotativă sînt dispozitive care asigură alimentarea din silozuri a diverselor utilaje (concasoare, ciururi, benzi transportoare, mori etc.) cu o cantitate constantă de materiale. Sînt utilizate în cazul materialelor cu granulometrie mică sau medie și care nu fac mult praf.

De regulă, dimensiunea bucăților de material nu trebuie să fie mai mare de 0,05—0,06 din diametrul mesei rotative.

Un alimentator (fig. 1) este format dintr-un disc sau masă rotativă *1* pus în mișcare de rotație de axul vertical *2* acționat de către un motor, prin intermediul unui reductor. Toate aceste repere sînt fixate într-un batiu.

La partea inferioară a silozului este prevăzută o pîlnie metalică *3*, care se continuă cu o parte cilindrică *4*, peste care se află dispus un inel *5*, reglabil pe verticală.

Pentru evacuarea materialului *6* de pe discul *1*, în jgheabul *7* se utilizează o racletă reglabilă *8*.

La alte tipuri de alimentatoare (fig. 2), pentru simplificare, construcția de deasupra mesei rotative este formată numai dintr-o pîlnie metalică *3*, pîlnie ce nu mai are partea cilindrică și nici inelul de reglare a debitului, astfel că distanța dintre pîlnie și masa rotativă este constantă.

Toate tipurile au fixat, pe rama mesei rotative, un prag sau cofraj *9* de ghidare a materialului *6*.

Gura de evacuare *10* este înglobată în interiorul ramei-farfurie *11*.

Materialul *6* din siloz cade prin pîlnia *3* pe masa rotativă *1* care, prin mişcarea de rotaţie şi prin intermediul racletei reglabile *8*, îl dirijează prin gura de evacuare *10*, în jgheabul *7*.

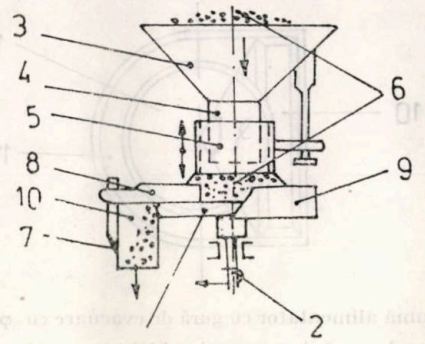


Fig. 1. Alimentator cu disc şi inel reglabil:
1 – disc; *2* – ax vertical; *3* – pilnie; *4* – cilindru; *5* – inel reglabil; *6* – material; *7* – jgheab; *8* – racletă reglabilă; *9* – prag sau cofraj; *10* – gură de evacuare.

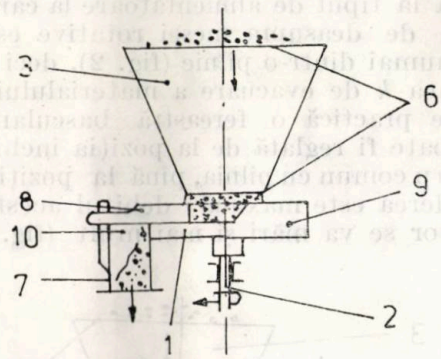


Fig. 2. Alimentator cu disc şi pîlnie:
1 – disc; *2* – ax vertical; *3* – pîlnie; *4* – jgheab; *8* – racletă reglabilă; *9* – prag sau cofraj; *10* – gură de evacuare.

II. Determinarea debitului alimentatorului

Notînd cu:

Q_1 — debitul alimentatorului, t/h;
h — distanţa dintre masa rotativă *1* şi inelul reglabil *5* (fig. 1) sau pîlnia *3* (fig. 2), m;
α — unghiul de taluz natural al materialului, grade;
n — turaţia mesei, rot/min;
R — raza inelului de reglare (fig. 1) sau a pîlniei (fig. 2), m;
γ — greutatea specifică a materialului sfărîmat, t/m³.

Considerînd că distanţa de la capătul racletei reglabile *8* şi pînă la centrul mesei *1* este egală cu raza inelului de reglare *5* sau a pîlniei *3*, debitul alimentatorului cu masă rotativă se poate determina cu formula:

$$Q_1 = 60\,\frac{\pi \cdot n \cdot h^2 \cdot \gamma}{\operatorname{tg}\alpha}\left(R + \frac{h}{3\operatorname{tg}\alpha}\right), \text{ t/h}, \qquad (1)$$

care reprezintă greutatea materialului *6* ce se găseşte dispus pe masa rotativă *1* în exteriorul cilindrului de reglare *5* (fig. 1) sau a pîlniei *3* (fig. 2), material care, prin rotaţia discului *1* şi cu ajutorul racletei reglabile *8* este evacuat într-o oră.

Această formulă, redată în literatura de specialitate [1], un ţine seama şi de mărimea gurii de evacuare a materialului.

Folosind aceleaşi notaţii, în cele ce urmează vom reda o formulă în care să se ţină seama şi de mărimea gurii de evacuare a materialului; astfel debitul orar al alimentatorului va fi:

$$Q_2 = \frac{h \cdot \dfrac{h}{\operatorname{tg}\alpha}}{2}\left(R + \frac{\dfrac{h}{\operatorname{tg}\alpha}}{3}\right) \cdot \frac{2\pi \cdot \varphi^\circ}{360} \cdot \frac{2 \cdot \pi \cdot n}{60}\,\gamma \cdot 60 \cdot 60 \qquad (2)$$

sau:

$$Q_2 = 60 \cdot \pi \cdot n\gamma\,\frac{\pi\varphi^\circ}{180^\circ}\,\frac{h^2}{\operatorname{tg}\alpha}\left(R + \frac{h}{3\operatorname{tg}\alpha}\right) \qquad (3)$$

sau:

$$Q_2 = 60\,\frac{\pi \cdot n \cdot h^2 \cdot \gamma\varphi}{\operatorname{tg}\alpha}\left(R + \frac{h}{3\operatorname{tg}\alpha}\right), \text{ t/h} \qquad (4)$$

unde:

Q_2 este debitul alimentatorului (t/h) în cazul formulelor (2), (3) şi (4);
φ° — unghiul la centru, în care se înscrie gura de evacuare, grade;
φ — unghiul la centru, în care se înscrie gura de evacuare, radiani.

Relaţia dintre cele două unghiuri este:

$$\varphi = \frac{\pi \cdot \varphi^\circ}{180^\circ}. \qquad (5)$$

Dacă facem o comparaţie între cele două formule de calcul a debitului, respectiv între relaţiile (1) şi (4), deosebirea între ele este numai φ, respectiv unghiul la centru, care intervine în relaţia (4).

Dînd anumite valori acestui unghi, se observă următoarele:

- Dacă:

$$\varphi = 0 \qquad (6)$$
$$Q = 0,$$

ceea ce înseamnă că nu există gură de evacuare a materialului.

- Dacă;

$$\varphi = 1 \qquad (7)$$
$$Q_1 = Q_2,$$

situaţie în care:

$$\frac{\pi \cdot \varphi^\circ}{180^\circ} = 1,$$

sau :

$$\varphi^\circ = \frac{180^\circ}{3{,}14} \approx 57^\circ 20 = 1 \text{ radian.}$$

De aici se trage concluzia că formula (1) este un caz particular al formulei (4), în care gura de evacuare se înscrie într-un unghi la centru de 1 radian sau 57° și 20′ și este valabilă numai pentru acest unghi.

● Dacă :

$$\varphi < 1 \qquad (8)$$

$$Q_1 > Q_2.$$

Cînd gura de evacuare se înscrie într-un unghi la centru mai mic de 1 radian, debitul calculat cu formula (1) este mai mare decît debitul calculat cu formula (4), iar calculul debitului cu formula (1) în această situație va fi eronat.

● Dacă :

$$\varphi > 1 \qquad (9)$$

$$Q_1 < Q_2.$$

Cînd gura de evacuare se înscrie într-un unghi la centru mai mare de 1 radian, debitul calculat cu formula (1) este mai mic decît cel calculat prin formula (4), de unde rezultă că debitul calculat prin formula (1) este eronat, pentru că în realitate acest debit este mai mare.

Problema care se pune este : pînă unde putem mări unghiul φ?

Dacă privim figura 3, în care gura de evacuare este înscrisă într-un unghi de 57° și 20′, respectiv 1 radian, pentru ca alimentatorul să fie funcțional, această gură de evacuare poate fi dublată, astfel că rama-farfurie a alimentatorului va avea forma din figura 4 și va fi formată practic dintr-un semicerc îmbinat cu un semipătrat.

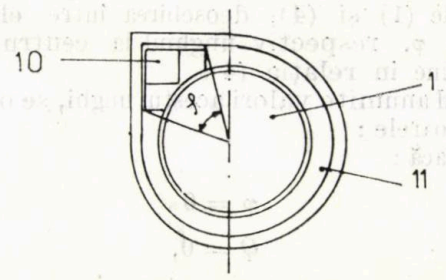


Fig. 3. Ramă alimentator cu gură de evacuare cu $\varphi = 1$ rad. :
1 – disc ; *10* – gură de evacuare înscrisă într-un unghi $\varphi = 1$ rad ; *11* – ramă alimentator.

În această situație, dacă în relația (3), înlocuim unghiul $\varphi \approx 57^\circ 20'$ cu dublul acestuia, respectiv $\varphi = 114^\circ 40'$ sau $\varphi = 2$ radiani, va rezulta un debit :

$$Q_2 = 60 \frac{\pi \cdot n \cdot h^2 \cdot \gamma}{\operatorname{tg} \alpha} \cdot 2 \left(R + \frac{h}{3 \operatorname{tg} \alpha} \right), \text{ t/h} \qquad (10)$$

sau :

$$Q_2 = 120 \frac{\pi \cdot n \cdot h^2 \cdot \gamma}{\operatorname{tg} \alpha} \left(R + \frac{h}{3 \operatorname{tg} \alpha} \right), \text{ t/h.} \qquad (11)$$

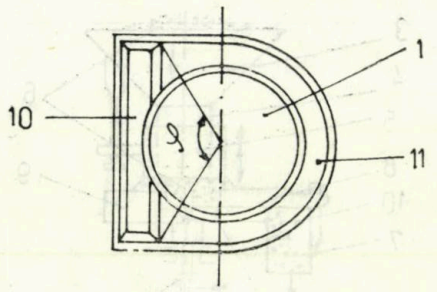


Fig. 4. Ramă alimentator cu gură de evacuare cu $\varphi = 2$ rad. :
1 – disc ; *2* – gură de evacuare înscrisă într-un unghi $\varphi = 2$ rad. ; *11* – ramă alimentator

Deci va rezulta un debit dublu, numai prin modificarea și mărirea gurii de evacuare.

Dacă la tipul de alimentatoare la care construcția de deasupra mesei rotative este formată numai dintr-o pîlnie (fig. 2), deci nu are înălțimea h de evacuare a materialului reglabilă, se practică o fereastră basculantă *12*, care poate fi reglată de la poziția închis, cînd face corp comun cu pîlnia, pînă la poziția cînd deschiderea este maximă ; debitul acestui alimentator se va mări și mai mult (fig. 5).

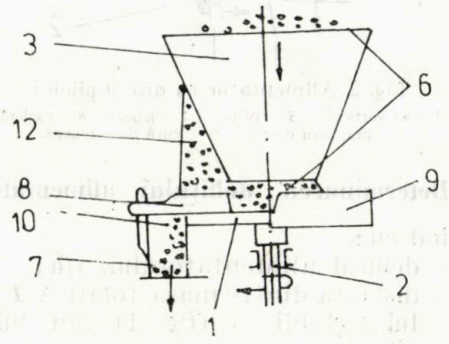


Fig. 5. Alimentator cu disc avînd gura de evacuare înscrisă într-un unghi $\varphi = 2$ rad și fereastră basculantă :
1 – disc ; *2* – ax vertical ; *3* – pîlnie ; *7* – jgheab ; *8* – racletă reglabilă ; *9* – prag sau cofraj ; *10* – gură de evacuare ; *12* – fereastră basculantă reglabilă.

Mărirea de debit va fi egală cu :

$$Q_5 = 3\,600\, F_0\, V\, \psi\, \gamma, \text{ t/h,} \qquad (12)$$

unde :

F_0 este secțiunea ferestrei în plan orizontal, la deschiderea maximă, m² ;

V — viteza de curgere a materialului prin această secțiune, m/s ;

ψ — coeficient de umplere a secțiunii de curgere ;

γ — greutatea volumetrică a materialului, t/m³.

Debitul total al alimentatorului, prevăzut cu gură de evacuare mărită și cu fereastră de evacuare, va fi:

$$Q = Q_{11} + Q_{12},$$

sau:

$$Q = 120 \frac{\pi \cdot n \cdot h^2 \cdot \gamma}{\operatorname{tg}\alpha}\left(R + \frac{h}{3 \operatorname{tg}\alpha}\right) + \\ + 3\,600 F_0 V \psi \gamma, \text{ t/h.} \quad (13)$$

Dacă prin mărirea gurii de evacuare debitul se dublează, prin atașarea unei ferestre basculante la pîlnia de evacuare din siloz și gură de evacuare a materialului, mărită pînă la dublare, acest debit crește pînă la de 6 sau 8 ori debitul calculat prin formula (1).

Această creștere, în ambele variante, a fost realizată la un grup de alimentatoare, ce alimentează cele două benzi magistrale de la Exploatarea minieră Aghireș.

Concluzii

1. Prin mărirea, pînă la dublare, a unghiului la centru în care se înscrie gura de evacuare a materialului, debitul alimentatorului se dublează.

2. Dacă la pîlnia de recepție din siloz a materialului se practică o fereastră basculantă, combinată cu dublarea gurii de evacuare din alimentator, debitul alimentatorului crește pînă la de 6 sau 8 ori.

3. Întrucît toate aceste creșteri se realizează numai prin modificări constructive și fără nici un consum suplimentar de energie, rezultă că în situații unde este necesar a se funcționa cu mai multe alimentatoare, numărul acestora poate fi redus substanțial, cu toate avantajele economice care decurg din această reducere.

4. Pe timp friguros, în special în cazul materialelor cu umiditate ridicată, apare fenomenul de depunere prin lipire pe pereții jgeabului de evacuare, fenomen ce conduce la înfundarea acestui jgheab și la foarte multe staginări în producție. Prin dublarea gurii de evacuare acest fenomen dispare.

5. Granulația materialelor evacuate prin alimentatoare rotative este limitată la 0,05 — 0,06 din diametrul mesei rotative. Prin mărirea gurii de evacuare și prin practicarea ferestrei basculante granulația materialului poate crește substanțial, lucru care mărește aria de utilizare a acestor alimentatoare.

6. Ținînd seama de implicațiile favorabile ce rezultă prin aceste modificări a alimentatoarelor rotative, atît prin reducerea consumului de energie, cît și a cheltuielilor de întreținere și exploatare mai mici, se impune generalizarea soluțiilor prezentate la fabrica constructoare și la unitățile interesate.

Bibliografie

[1] Marian, I. *Transport minier.* Ed. didactică și pedagogică, București, 1965.

[2] * * * *Documentația tehnică pentru alimentator Ø 2 200.* „UNIO" Satu Mare.

Studiul mineralogic și petrografic al rocilor amfibolitice și eclogitice din partea de sud a Munților Sebeș și a acumulărilor de fier legate de acestea

Prof. dr. doc. L. Pavelescu și ing. geol. Maria Pavelescu

Prezentul studiu cuprinde partea sud-estică a Munților Sebeș, care este delimitată la nord de un aliniament ce trece pe la izvoarele Văii Pietrosului, culmea Dealu Negru — Surianu — Oașa, iar la sud de Valea Jiului de Est.

Din punct de vedere geo-structural, zona aceasta intră în constituția cristalinului Pînzei Getice, Seria cristalină Sebeș—Lotru. În constituția ei petrografică intră: paragnaise și micașisturi, cuarțite, gnaise migmatice, pegmatite, aplite, roci amfibolice, roci eclogitice și roci ultrabazice.

Paragnaisele și micașisturile formează, de fapt, fondul general, cristalin, al regiunii, în care celelalte tipuri de roci nu se întîlnesc decît ca intercalații. Aceste roci, provenite pe seama unor depozite psamo-pelitice, au fost metamorfozate în condițiile faciesului amfibolitic și sînt constituite din următoarele parageneze mineralogice: cuarț + staurolit + + almandin + plagioclazi + muscovit + + biotit; cuarț + almandin + biotit + muscovit + plagioclazi; cuarț + ortoză + plagioclazi + biotit. În unele zone a fost întîlnită și parageneza mineralogică: cuarț + microclin + sillimanit + almandin (plagioclaz + biotit) sau cuarț + ortoză + plagioclaz + disten (sillimanit) și cuarț + ortoză + plagioclaz + + granat.

Rocile prezintă o structură granoblastică, cu treceri spre cea grano-lepidoblastică sau chiar pegmatoidă.

Prin valorile *A'KF* (tab. 1), rocile se proiectează în cîmpurile 2, 3 și 7, respectiv faciesul amfibolitic, subfaciesul staurolit-disten, carac-

teristic rocilor cu exces de SiO_2 și Al_2O_3 (fig. 1), precum și subfaciesului sillimanit—almandin.

În aceste condiții de metamorfism rocile au suferit și unele procese de metasomatism, procese care au dus la feldspatizarea și migmatizarea paragnaiselor.

urmă de roci, pe lîngă mineralele micacee și cuarț, conțin, uneori, granați, staurolit, disten sau sillimanit.

Gnaisele migmatice apar îndeosebi pe Valea Frumoasă, în amonte de Oașa, Curmătura Surianului — Vîrful lui Petre, Valea Aușelului,

Tabelul 1

Valorile *A'KF* pentru rocile cu exces de SiO_2 și Al_2O_3

Indice	Proba nr.													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
A'	62,00	13,94	16,98	27,60	4,72	40,13	22,60	33,20	20,50	30,37	3,95	55,27	59,83	3,12
K	12,00	35,09	64,98	36,36	53,80	29,94	11,70	5,60	19,50	19,69	24,83	8,48	7,20	10,85
F	26,00	50,96	18,02	36,10	42,41	29,93	65,70	61,20	59,10	49,80	71,06	36,21	32,71	85,02

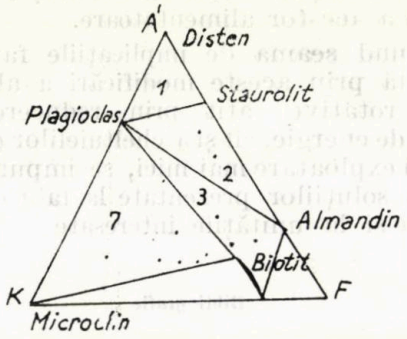


Fig. 1. Triunghiul *A'KF* pentru faciesul amfibolitic și subfaciesul staurolit-disten al rocilor cu exces de SiO_2 și Al_2O_3.

Cuarțitele apar ca intercalații printre paragnaise și micașisturi. Uneori ele sînt mai mult sau mai puțin micacee sau feldspatizate, conțin, uneori, silicați de mangan și fier, cum sînt cele de pe văile Pravățului, Jigureasa, Maleia, Strîmbului, Rea, Culmile Bretan, Steaua Mare, Bătrîna etc. În aceste roci suma oxizilor de fier este în jur de 8%, iar a celor de mangan în jur de 32%. Din punct de vedere mineralogic, în cadrul acestor roci cu silicați de mangan și fier s-au separat următoarele tipuri mineralogice: spessartinice, rodonitice, piroxmangitice etc., funcție de silicatul predominant (spessartin, rodonit, piroxmangit, knebelit, dannemorit, trefoit, bustamit, schefferit, richterit, jacobsit, piemontit și friedelit). Se pot întîlni roci în care parageneze variază de la tipuri monomineralice la tipuri cu parageneze foarte complexe. Menționăm, de asemenea, că în zonele de alterare a acestor mineralizații se întîlnesc minerale ca: rodocrozit, manganit, ottrelit, braunit, hausmanit, piroluzit, psilomelan, apatit cu mangan, alabandină, manganosit, ankerit, groutit, pirosmaltit etc.

Așa cum am menționat, rocile cuarțitice pot fi mai mult sau mai puțin bogate în feldspați, făcînd tranziția spre gnaise cuarțitice, pe de o parte, iar pe de alta, în minerale micacee, trecînd la micașisturi. Aceste tipuri din Taia, Jiului de Est, Boului etc. Pe lîngă aceste gnaise migmatice se întîlnesc zone largi de feldspatizare și granitizare, precum și corpuri de granite gnaisice intercalate printre paragnaise. Rocile din aceste zone sînt constituite din microclin, plagioclazi, cuarț, biotit, hornblendă, clorit, titanit, epidot, apatit, magnetit etc. Structura rocilor este granoblastică, iar textura masivă, ușor gnaisică. Uneori dezvoltarea largă a microclinului sau a hornblendei duce la o structură pegmatoidă. Se întîlnesc frecvent și concrețeri micropegmatitice (plagioclazi + cuarț sau microclin + + cuarț).

Pegmatitele apar, atît printre paragnaise, cît și printre gnaisele migmatice, sub forma unor intercalații lenticulare. Menționăm unele lentile mai larg dezvoltate cum sînt cele de pe culmea Vîrful Petre-Aușel, Culmea Surianu-Comarnicele-Gruișoara-Dealul Dobrei etc.

Din punct de vedere mineralogic, se deosebesc pegmatite cu biotit în compoziția cărora intră: microclin, plagioclazi, cuarț, biotit, clorit (secundar), muscovit (foarte rar), epidot, titanit, magnetit, apatit și pegmatite cu muscovit, biotit (sporadic), granat, magnetit, turmalină, zircon, apatit. În afară de aceste două tipuri principale de pegmatite, se mai întîlnesc unele bogate în turmalină sau foarte cuarțoase.

Aplitele apar tot sub formă de intercalații concordante printre paragnaise sau rocile migmatice, ca lentile sau filoane. Ele contrastează mult cu rocile înconjurătoare, atît prin culoarea lor deschisă, cît și prin structura lor microcristalină și textura masivă. În constituția lor intră, predominant,: cuarțul și feldspații alcalini între care albitul predomină asupra microclinului. În unele din aceste aplite se întîlnesc (într-o cantitate relativ mai mare) și cristale idiomorfe de magnetit, însoțite de ilmenit.

Rocile amfibolice din zona mediană și de sud a Munților Sebeș se dispun sub formă de

lentile și corpuri de dimensiuni variabile și concordante cu rocile înconjurătoare. În cadrul lor s-au putut separa : amfibolite cu granați, amfibolite biotitice, amfibolite cu piroxeni, amfibolite epidotice, amfibolite cu plagioclazi. În afară de aceste tipuri de roci amfibolice, trebuie să mai menționăm și roci cu amfiboli (gnaise migmatice cu hornblendă, gnaise biotitice cu hornblendă și gnaise granitice cu hornblendă).

Amfibolitele cu granați prezintă o structură grano-nematoblastică, porfiroblastică cu urme de structură cataclastică. Textura este orientată cu unele aspecte de rubanare, date de alternanța păturilor mai grosiere, mai fanerocristaline, cu altele mai fine și mai deschise la culoare. În compoziția lor mineralogică intră : hornblenda, granații, biotitul, epidotul, magnetitul, titanitul, ilmenitul, rutilul, apatitul și pirita. Compoziția chimică a acestor roci scoate în evidență prin conținuturile de SiO_2 (42,94—50,30%) ; Al_2O_3 (14,00—20,26%) ; TiO_2 (0,22—3,11%) ; Fe_2O_3 (0,91—3,83%) ; FeO (9,13—14,11%) ; MgO (4,11—10,62%) ; CaO (7,31—12,75%) ; Na_2O (1,18—3,89%) etc., că ele provin din metamorfismul unor roci bazice subsaturate în siliciu de tipul hornblenditelor și a gabbrourilor sau a unor formațiuni vulcanogen-sedimentare. Sub Muncelul Tițianului, amfibolitele cu granați conțin 6—7% magnetit. Local, apar și multe aglomerări de sulfuri (îndeosebi pirită).

Amfibolitele biotitice, datorită prezenței biotitului, au o structură nemato-lepidoblastică și textură șistoasă.

În compoziția lor mineralogică intră : plagioclazi, hornblendă, biotit, ceva cuarț, titanit, ilmenit, pirită, apatit, iar ca produse secundare sericit și clorit.

Amfibolitele cu piroxeni se întîlnesc în zona Tițianului, Valea Taia, Răscoala, Iepii, Molidului, Culmea Sălanele-Smida Mare, Valea Dobra, Culmea Gruișoara. Ele prezintă o textură rubanată datorită alternanței dintre păturile mai deschise și mai închise la culoare și o structură grano-nematoblastică. În compoziția lor mineralogică intră : plagioclazi, hornblendă, diopsid, clinozoizit, titanit, ilmenit, apatit, magnetit.

Amfibolitele epidotice au o largă răspîndire, însă dimensiunile lentilelor sînt relativ mici. Menționăm lentilele de pe Valea Dobra, Diței, Taia, Sebeșului, Culmea Clăbucetului, Dealul Gruiului, Smida Mare etc. În compoziția lor mineralogică intră : plagioclazi, epidot, hornblendă, magnetit, biotit, cu totul sporadic granat, clorit, titanit, rutil, apatit. Ceea ce este de remarcat la aceste roci este faptul că suma fierului feros și a celui feric variază între 9,72 și 13,16%. Magnetitul apare între 0,14 și 2,30% iar titanitul + rutilul între 0,60 și 6,00%.

Amfibolitele cu plagioclazi se pot confunda uneori cu gnaise amfibolice. Se deosebesc, de acestea din urmă, prin conținutul mai ridicat în plagioclazi. Aceste tipuri de amfibolite au fost întîlnite pe Culmea Sălanele, Valea Dobra, Gilei etc. Magnetitul, împreună cu ilmenitul, ocupă aici între 0,50 și 2,50% din volumul rocilor. Suma oxizilor de fier variază între 6,12 și 12,60%.

Din calculul analizelor chimice (tab. 2) și a valorilor *ACF* (tab. 3) reiese, în mod clar, că rocile amfibolice, luate în ansamblul lor, provin din metamorfismul unor roci bazice sau a tufurilor lor. Față de paragenezele mineralogice și valorile *ACF*, rocile amfibolice, din zona de sud a Munților Sebeș, se încadrează în faciesul amfibolic, subfaciesul staurolit disten. Ele au fost metamorfozate în condițiile de metamorfism barrowian. Unele din aceste roci sînt caracteristice subfaciesului sillimanit-almandin.

Rocile eclogitice apar ca intercalații printre rocile amfibolice pe Valea Răscoalei, Iepe și Molidului. Deobicei ele apar asociate cu variate tipuri de amfibolite (amfibolite cu granați, cu piroxeni sau cu zoizit). Tranzițiile între aceste tipuri de roci amfibolice și eclogite sînt atît de intime încît cartografic este dificil de separat. În compoziția lor mineralogică intră : omfacit, granați, rutil, magnetit, zoizit și cuarț. Pe baza

Tabelul 2

Analiza chimică a amfibolitelor

Proba nr.	Compusul chimic											
	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MnO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	P_2O_5	H_2O
1	42,91	3,11	15,91	2,78	11,11	0,20	5,32	11,35	2,02	0,22	0,11	2,48
2	47,52	1,42	20,26	0,91	9,75	0,07	5,12	7,31	3,89	0,95	0,11	1,99
3	47,65	0,63	19,33	1,57	9,63	0,12	7,55	10,67	2,47	0,22	0,42	0,68
4	48,07	1,43	19,00	2,91	9,64	0,13	4,11	10,55	2,99	0,36	0,89	0,51
5	48,67	1,75	14,70	1,65	11,12	0,16	8,10	9,38	2,71	0,86	0,07	1,51
6	48,91	1,26	17,49	1,82	9,13	0,14	4,05	10,85	3,78	0,48	0,11	1,96
7	48,18	2,76	14,06	2,20	10,14	0,15	4,81	10,71	2,86	0,45	0,09	1,96
8	50,30	0,22	14,02	1,18	9,12	0,21	10,62	12,75	1,18	0,41	0,31	0,15
9	50,31	1,05	14,49	3,83	9,33	—	5,52	7,73	3,89	1,58	—	1,87

compoziției mineralogice s-au putut separa eclogite cu omfacit și eclogite amfibolice; din punct de vedere structural unele tipuri de eclogite sînt mai fanerocristaline, iar altele

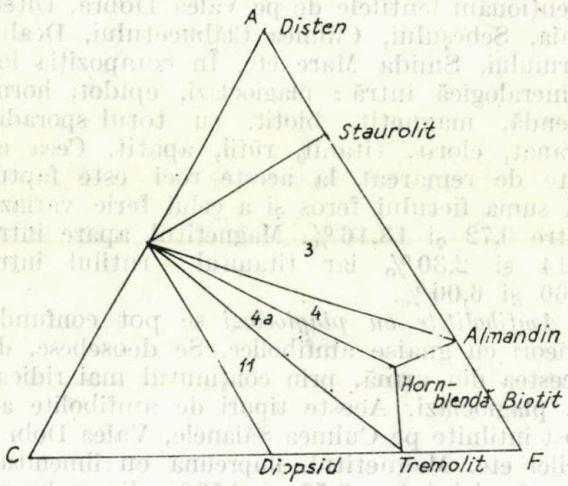


Fig. 2. Triunghiul *ACF* pentru faciesul amfibolitic și subfaciesul staurolit-disten al rocilor cu exces de SiO_2 și sărace în K_2O.

foarte fine. Din punct de vedere chimic (tab. 4), rocile sînt subsaturate în silice și ar corespunde magmelor hornblendice aluminoase. Din calculul valorilor *ACF* (tab. 5) reiese că unele roci se plasează în cîmpul caracteristic eclogitelor, iar altele corespund rocilor amfibolice caracteristice faciesului amfibolitic, subfaciesul staurolit-disten (fig. 3).

Rocile ultrabazice sînt reprezentate prin variate tipuri de peridotite serpentinizate în parte (dunite, wehrlite, schriesheimite, grammatite, bronzitite, piroxenite etc). Rocile ultrabazice apar sub formă de corpuri bine individualizate, cum sînt cele de la dealul Negru, Gruișoara, Muncelu Titianului, Culmea Maleia, Poiana Diței, Dealul Paltinei, pe Valea Dobra,

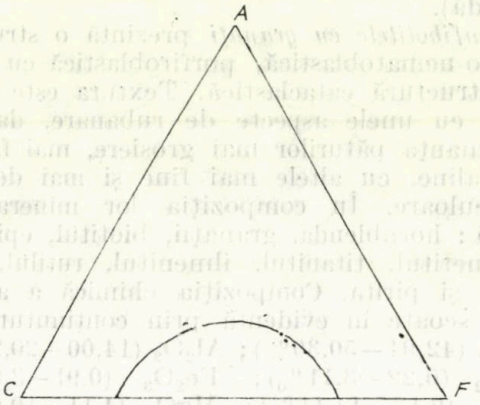


Fig. 3. Triunghiul *ACF* pentru rocile cu facies eclogitic.

Sebeșului, Runcul Cailor, Foltea etc. În compoziția lor mineralogică intră, în procente variabile după tipul de rocă: olivina, piroxenii (diallag, bronzit), amfibolii (hornblenda, tremolit), epidot, granați, magnetit, clorit, bowlingit, iddingsit, antigorit, crisotil, talc, calcit etc. În masivul de la Dealul Negru conținutul

Valorile *ACF* pentru rocile cu exces de SiO_2 și sărace în K_2O *Tabelul 3*

Indice	Proba nr.								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
A	17,79	18,00	21,71	26,20	26,56	16,87	23,73	16,40	22,94
C	27,99	35,00	35,50	22,80	30,28	24,58	27,07	30,07	29,97
F	54,19	47,00	42,70	51,00	49,95	58,35	49,20	53,43	46,98

Analiza chimică a rocilor eclogitice *Tabelul 4*

Compus chimic	Proba nr.												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
SiO_2	40,77	44,06	44,72	44,77	44,90	45,07	46,08	46,22	46,79	47,74	48,08	48,37	49,88
Al_2O_3	14,30	12,41	14,75	15,59	17,85	14,26	16,41	14,29	17,06	15,38	11,89	13,21	14,37
Fe_2O_3	6,97	3,65	2,69	7,41	4,00	3,12	3,30	2,07	5,56	4,33	3,03	3,65	3,19
FeO	5,58	9,36	9,44	6,76	8,26	9,05	8,89	9,60	5,66	5,98	8,34	6,61	5,82
MnO	0,12	0,15	0,15	0,15	0,12	0,14	0,14	0,13	0,12	0,15	0,15	0,13	0,16
CaO	17,18	12,89	12,26	10,37	10,86	12,33	0,28	9,99	10,65	11,21	11,21	11,42	8,48
MgO	4,03	11,15	10,55	7,50	8,10	10,75	18,40	10,42	4,53	9,40	10,80	7,55	8,50
Na_2O	3,50	3,00	2,50	3,70	2,80	2,50	2,70	2,70	4,80	3,70	2,30	4,40	4,90
K_2O	0,70	0,10	0,25	0,55	0,40	0,10	0,40	0,40	0,83	0,25	0,25	0,45	0,45
TiO_2	0,99	1,06	1,09	1,20	0,99	1,08	1,08	0,99	1,00	1,06	0,93	1,13	1,18
P_2O_5	0,10	0,10	0,11	0,13	0,09	0,09	0,11	0,06	0,07	0,13	0,11	0,13	0,17
CO_2	3,89	0,70	0,89	0,58	0,46	0,68	0,94	0,65	0,91	0,89	0,62	0,60	0,72
H_2O	1,27	0,85	0,33	0,64	0,80	0,55	0,85	2,26	1,38	1,51	1,44	1,58	1,62

Tabelul 5

Valorile *ACF* pentru rocile eclogitice

Indice	Proba nr.												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
A	19,83	23,25	22,31	15,56	12,96	15,89	18,53	16,20	14,07	16,46	14,80	13,70	15,64
C	50,37	37,85	30,39	25,89	31,04	29,38	0,32	29,55	28,97	31,38	28,39	35,87	32,15
F	29,80	38,90	47,30	58,55	56,00	54,73	81,15	54,25	56,95	52,15	56,81	50,43	52,21

în nichel variază între 0,16 și 0,42%, iar fierul între 4,83 și 6,18%. Nichelul în aceste roci se prezintă sub formă de pentlandit și bravoit. Magnetitul apare, atît primar, cît și secundar. Alături de mineralele de nichel și de magnetit, menționăm prezența valleriitului, pirotinei, calcopiritei, cubanitului, ilmenitului, calcozinei, covelinei, limonitului etc.

Din punct de vedere tectonic se observă că direcția șisturilor cristaline din partea de sud a Munților Sebeș, în ansamblu, este NE—SV, dar datorită unor falii cu direcțiile NV—SE, NE—SV sau E—V, unele compartimente au fost deranjate de la direcția lor generală. Astfel, compartimentul cuprins între izvoarele Văii Voievodului la est și Culmea Dealul Boului-Piatra Roșie, la vest, este delimitat de o serie de falii (falia Piatra Roșie-dealul Boului — dealul Soma-Valea Aușelului cu direcția NNE—SSV; falia Dealul Bilele — Culmea Sălanelor cu direcția aproximativă E—V). În capătul estic al zonei se individualizează un alt compartiment delimitat de falia Dealul Runcu-Valea Curpătului, cu direcția NE—SV și de falia Dealul Sălanelor-Dealul Costeasa — Plaiul Mare, cu direcția NNV—SSE. Datorită a două falii divergente, una cu direcția NV—SE (Valea Aușelului-Gruișoara Mare) și alta NE—SV (Valea Aușelului — Pîrîul Clăbucetului) se individualizează un alt compartiment etc.

În axul sinclinalului Pîrîul Voievodului—Valea Răscoala apar depozitele mezozoice ale Pînzei getice și peticele de depozite neozoice, cum sînt cele dintre Culmea Bilele, Dealul Iepii și Plaiul Muncelului. Mai există și alte accidente tectonice, dar acestea au un caracter local.

Studiile de laborator (chimice și microscopice) au arătat că oxizii de fier din rocile amfibolice s-au format în timpul procesului de metamorfism pe seama unor soluții hidrotermale premetamorfice sau în urma unor procese metasomatice, care se întîlnesc, de obicei, în apropierea rocilor eclogitice. Acești oxizi au dat naștere fie la o concentrare mai mare sau mai mică de magnetit, în parageneză cu ilmenit, fie că au intrat în compoziția piroxenilor de fier și magneziu.

Suma oxizilor de fier variază între 9 și 14%. Amfibolitele eclogitice de pe Valea Răscoala, caracterizate prin prezența granatului și a unui țesut microdiablastic format din hornblendă și plagioclazi, conțin intercalații de minereuri de fier și mangan. Magnetitul în aceste intercalații se prezintă sub formă de cristale mici, grăunțoase și pulverulente, în parageneză cu pirita, pirotina și calcopirita.

Din lucrările de explorare executate în trecut reiese că lentila cea mai mare are o lungime de 23 m și o lățime de 0,80 m cu un conținut în fier total de 61,73—63,65% iar pentru extrasul magnetic de 82,94%.

Pe lîngă oxizi de fier, aceste roci conțin și o cantitate relativ ridicată de TiO_2 (cca. 3%). Cele mai importante mineralizații și acumulări de fier sînt legate de amfibolitele cu granați sau epidot cum sînt cele de pe Valea Răscoala, de la Poiana Diței și muncelul Titianului.

Menționăm, de asemenea, că în această zonă se întîlnesc și importante mineralizații de mangan și fier (zona Bretan-Pravăț-Steaua și zona Bătrîna). Mineralizațiile sînt legate îndeosebi de silicații de mangan și fier. Compoziția chimică a acestor mineralizații variază între 23—33% Mn și 10—15% Fe.

Bibliografie

Pavelescu, L. *Cercetări geologice și petrografice în Munții Sebeș.* An. Com. Geol. vol. XXVIII, 1955.

Pavelescu Maria *Harta geologică a părții de sud a Munților Sebeș între Valea Taia și Valea Jigureasa sc. 1 : 25000.* Arh. Inst. Geol., 1965.

Pavelescu, L. și Pavelescu Maria *Cercetări geologice și petrografice între Oașa (Munții Sebeșului) și Urdele (Munții Parîngului).* St. și cerc. geol. geofiz., geogr., seria geol. Tom 10/1 Acad. R.S.R., 1965.

Pavelescu, L. și Pavelescu Maria *Contribuții la studiul omfacitului.* D.s., vol. LVIII/1971, Miner., Petrol., Geochim., Inst. Geol., 1972.

Pavelescu, L. și Pavelescu Maria *Studiul cristalochimic al unor minerale de mangan din Munții Sebeș.* D.d.s., Inst. Geol. LV, 1970.

Pavelescu Maria *Studii petrogenetice asupra șisturilor cristaline mezometamorfice din partea sudică a Munților Sebeș-Cîmpii.* Arh. Inst. Geol., 1970.

Pavelescu Maria *Harta geologică foaia Mîndra sc. 1:50000.* Inst. Geol., 1970.

Pavelescu Maria *Harta geologică Vrf. lui Petru sc. 1:50000.* Inst. Geol., 1974.

Pavelescu Maria *Studii mineralogice și petrografice asupra rocilor amfibolice și eclogitice din zona mediană a Munților Sebeș între izvoarele văilor Tărtărău-Voevodu și valea Pietrosului (Strei) în vederea aprecierii perspectivei economice privind acumulările de oxizi de fier.* Arh. Inst. Geol., 1979.

Pavelescu, L. and Pavelescu Maria *Chemism and optical properties of some manganese and iron silicates in the Southern Carpathians.* Rev. Roum. Géol., Géophys., Géogr., Géologie, Tom. 4, Acad. R.S.R., 1980.

Savu, H. și Micu, C. *Raport asupra lucrărilor de prospecțiuni din Munții Sebeș.* Arh. Inst. Geol., 1959.

Studiul lito şi biostratigrafic al depozitelor miocene din zona văilor Olt—Olăneşti

Mira Tudor, Marioara Orbocea
Universitatea din Bucureşti

I. Generalităţi

Regiunea cercetată se află în zona văilor Olt—Olăneşti, fiind cuprinsă între localităţile Vlăduceni—Pietrari—Lunca la vest, Ocniţa Buda—Inăteşti la sud, Valea Oltului la est şi Cetăţuia—Vlăduceni la nord (fig. 1). Valea principală care străbate regiunea este Valea Olăneşti, care are un curs orientat VNV—ESE şi care la Rîmnicu Vîlcea se varsă în Olt. Toate văile regiunii sînt tributare V. Olăneşti; afluenţii pe malul stîng sînt V. Plutei, V. Urşilor, V. Turburea, V. Poiana, iar pe malul drept V. Pietroasa, V. Cristeiu, V. Glîmboaca (Glîmboaca Mare şi Glîmboaca Mică), V. Inăteşti. Dealurile care despart văile amintite au înălţimi mai reduse în partea de nord a zonei (pînă la 600 m) şi mai reduse în partea de sud (400 — 550 m).

II. Aspectul stratigrafic

În cadrul perimetrului cercetat se întîlnesc depozite de vîrstă miocenă (burdigalian, badenian, sarmaţian).

Burdigalianul (*Ottnangian—Carpatian*) apare în partea de nord a perimetrului, pe malul stîng al Văii Olăneşti. Atît cît a putut fi urmărit de noi, el este constituit din conglomerate groase de peste 100 m, friabile, care formează în întregime culmile unor dealuri (fig. 2). Aceste conglomerate arată o granoclasare evidentă. Astfel, de la strate cu elemente de dimensiuni mari ce ating 0,5 m în diametru, se trece treptat la strate cu elemente mărunte. La intervale de circa 2 m apar intercalaţii subţiri (10 — 15 cm), fie de marne foarte nisipoase, fie de nisipuri gălbui; aceste depozite nu conţin faună.

Pe Valea Urşilor, deasupra conglomeratelor, pe o grosime de 20 m, apar nisipuri gălbui presate groase de 1 — 1,2 m, cu intercalaţii subţiri marnoase (25 — 30 cm), cenuşii nisipoase. Spre partea superioară se trece la marne compacte cenuşii cu spărtură concoidală. În nivelele marnoase din bază am determinat o microfaună constituită din: Cyclamina aff. bradyi Cushman, C. acutidorsata (Hantken), Bathysiphon sp., Bolivina dilatata dilatata Reuss, B. scalprata Schwager, Gümbelina globosa (Ehrenberg), Globorotalia siakensis Le Roy, Globigerina praebulloides Blow, Globigerinoides trilobus (Reuss), Globigerina ciperoensis ottnangensis Rögl, Anomalinoides dividens Luczk, spiculi de spongieri. În asociaţie foraminiferele bentonice sînt rare, cele planctonice ne-au permis încadrarea acestei asociaţii în zona cu Globigerinoides trilobus, mai exact în intervalul cu Globigerina ciperoensis ottnangensis şi Globorotalia siakensis din ottnangian, respectiv burdigalian superior.

Pe Valea Turburea, deasupra conglomeratelor, pe o grosime de 10 — 12 m apar nisipuri presate, grosiere în bază, cu intercalaţii de marne rubanate, în care am pus în evidenţă o microfaună pe care am atribuit-o carpatianului—zonei cu Globigerinoides sicanus din Paratethysul Central. În asociaţia predomină foraminiferele planctonice: Globorotalia siakensis Le Roy, G. acrostoma Wezel, G. bykovae Aisenstadt, Globigerina praebulloides Blow, G. globularis Roemer, G. concinna Reuss, G. falconensis Blow, Globigerinoides trilobus (Reuss), G. sicanus De Stefani, G. subsacculifer Cita Premoli and Rossi, Praeorbulina glomerosa curva (Blow), Globoquadrina altispira (Cushman and Jarvis), G. langhiana (Cita and Gelati), G. dehiscens (Chapman, Parr and Collins), Hastigerina sp., Cassigerinella boudecensis Pok.

Remarcăm că Globigerinoides sicanus coexistă cu Praeorbulina glomerosa din baza Langhianului. Nu excludem astfel posibilitatea ca acest carpatian să aparţină ciclului de sedimentare badenian, cu atît mai mult cu cît el are un caracter transgresiv.

Badenianul (*Langhian—Kossovian*)

Badenianul inferior—Langhian. Contactul dintre carpatian şi badenian apare clar pe V. Turburea. În malul drept al acestei văi, pe o grosime de circa 70 — 80 m, apar tufuri, marne albe tufacee şi gresii tufacee gălbui, precum şi microconglomerate foarte friabile. Probele luate din nivelul de marne albicioase din baza badenianului au un conţinut faunistic omogen, fiind reprezentate, aproape în exclusivitate, prin foraminifere din familiile Globigerinidae şi Globorotaliidae, de talie mare cu zidul gros. Asociaţia de foraminifere planctonice este constituită din: Globorotalia scitula (Brady), Globigerina ampliapertura Bolli, G. praebulloides Blow, Globigerinoides bolli Blow, G. sicanus De Stefani, G. triloba triloba (Reuss), Praeorbulina glomerosa circularis (Blow), P. glomerosa glomerosa (Blow), P. transitoria (Blow), Globoquadrina altispira altispira (Cushman and Jarvis), C. dehiscens (Chapman, Parr and Collins), Sphaeroidinellopsis subdehiscens (Blow). Prezenţa în număr mare în asociaţia

de mai sus a Praeorbulinelor, ca și absența Orbulinelor, pledează pentru încadrarea acestui nivel la partea inferioară a badenianului

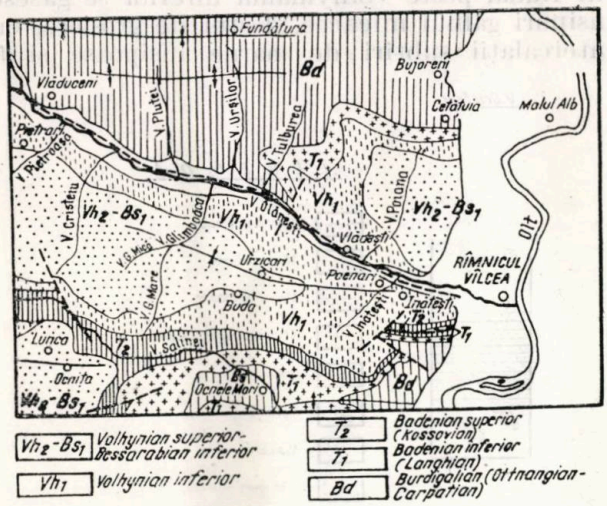


Fig. 1. Schița geologică a zonei Olt-Olănești (după Gr. Popescu, 1954, cu revizuirea vîrstei formațiunilor).

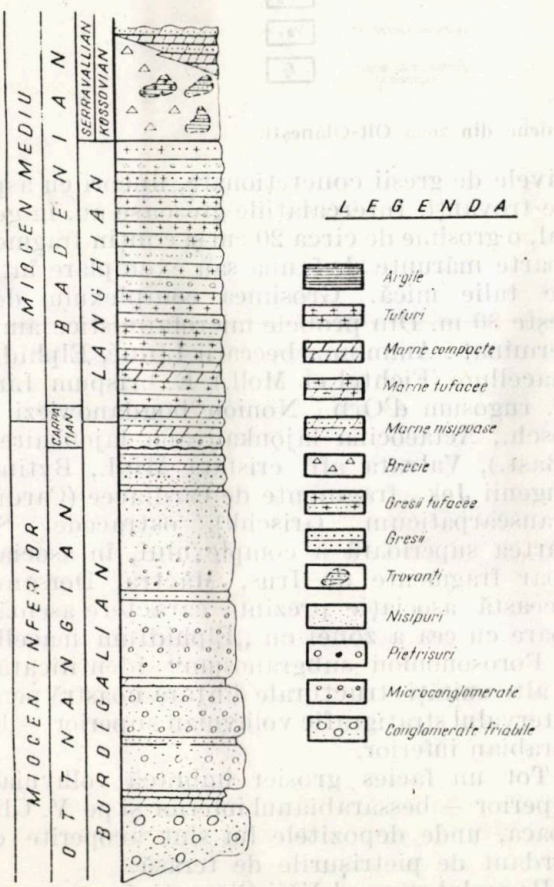


Fig. 2. Coloana litostratigrafică sintetică a depozitelor burdigaliene și badeniene în zona Olt-Olănești.

(zona cu Praeorbulina glomerosa—Cicha and Senes, 1968).

Asociația de foraminifere planctonice obținută din nivelele superioare ale acestui orizont este următoarea: Globorotalia (T.) mayeri Cushman and Ellisor, G. siakensis Le Roy, G. scitula scitula Brady, Globigerina bulloides d'Orb., G. parva Bolli, G. praebuloide Blow, G. triloculinoides (Plummer), Globigerinoides bolli Blow, G. sacculifer (Brady), G. triloba triloba (Reuss), Praeorbulina glomerosa circularis Blow, P. transitoria (Blow), Biorbulina bilobata d'Orb., Orbulina suturalis Bron., Globoquadrina altispira altispira (Cushman and Jarvis), Sphaeroidinellopsis subdehiscens (Blow).

Asociația de mai sus a fost atribuită zonei cu Orbulina suturalis din badenianul inferior.

Badenianul superior — Kossovian. În V. Turburea (satul Vlădești), deasupra tufurilor și gresiilor tufacee cu Globigerine, apare o brecie groasă de 30 m constituită din elemente de cristalin, gresii, argile roșietice senoniene și eocene, precum și din fragmente de tufuri badenian inferioare. Liantul este argilos. În acest complex brecios am determinat: Globigerina bulloides d'Orb., Globigerinoides trilobus (Reuss), Globigerina bilobata d'Orb., G. inaequispina Subb., Loxoconcha sp.

Aceleași depozite apar și în malul drept al Văii Olănești, în Valea Glîmboaca, unde în axul unui anticlinal care are pe flancuri, delimitat prin falii, depozite bessarabiene, se întîlnesc marne compacte cenușii, stratificate, care alternează cu marne foioase nisipoase, alterate. În marnele mai compacte am determinat o asociație cu un conținut microfaunistic mai bogat în genuri și specii. Predomină foraminiferele bentonice calcaroase, cele aglutinante ocupă un loc subordonat. Asociația este constituită din: Cyclammina sp., Textularia sp., Siphotextularia sp., Dentalina sp., Nodosaria baccilum (Defrance), Lagena melo (d' Orb.), Bolivina dilatata Reuss, Bulimina fastigia Cushman, B. inflata Sequenza, Uvigerina pigmaea d'Orb., Gyroidina soldanii d' Orb., Discorbis imperatorius d'Orb., Ammonia beccarii (Linné), Cassidulina globosa Hantken, Elphidium fichtelianum d'Orb., Globcrotalia siakensis Le Roy, G. inaequispira subb., Orbulina suturalis Bron., radiolari (sporadic), ostracode (fragmente), spiculi de spongieri.

În concluzie, în zona cercetată de noi badenianul este reprezentat doar prin tuful cu globigerine și brecia sării. Restul badenianului superior nu a fost întîlnit.

Sarmațianul (volhynian — bessarabian)

Sarmațianul înregistrează variații atît în grosimi cît și în caracterele litologice și paleontologice. În cadrul lui am putut separa, pe baze lito și biostratigrafice, un interval corespunzător volhynianului inferior și altul volhynianului superior — bessarabianului inferior (fig. 3).

Microfauna studiată nu ne-a permis să punem în evidență depozitele bugloviene.

Volhynianul inferior apare pe ambele maluri ale Văii Olănești. În malul drept al văii, în zona satului Buda, îmbracă un facies marnos, reprezentat prin marne albicioase în strate pînă la 5 cm grosime, cu spărtură concoidală, ușor nisipoase, micacee, cu numeroase

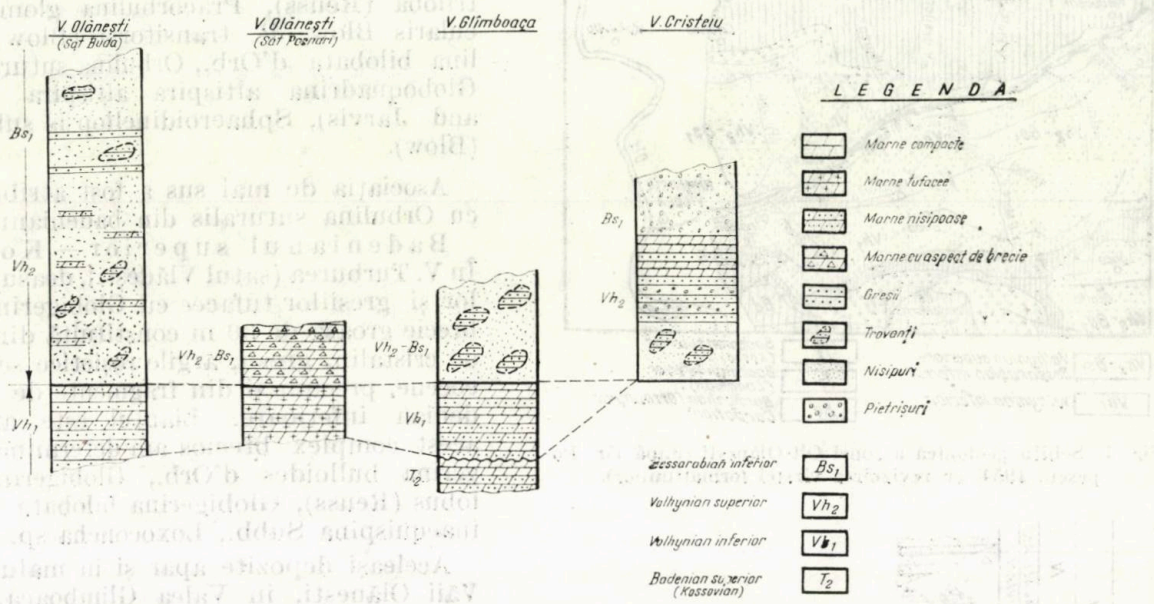


Fig. 3. Corelarea depozitelor volhyniene din zona Olt-Olănești.

impresiuni de plante. Între aceste marne se intercalează marne nisipoase, ușor grezoase, cu fețe de alterație feruginoase. Acest orizont are o grosime de 25—30 m.

Microfauna este reprezentată prin puține foraminifere, în schimb printr-o abundență în resturi scheletice de pești, valvate, ostracode și ervilii.

Asociația conține : Quinqueloculina akneriana d'Orb., Q. gracilis Karrer, Triloculina sp., Siphotextularia sp., Ervilia sp., Valvata simplex Fuchs, Orbulina universa d'Orb,, Loxoconcha eichwaldi Livental, dinți, oase de pești, otolite, plante incarbonizate.

În zona satului Poenari, pe malul stîng al V. Olănești, am întîlnit un volhynian avînd în bază marne tufacee rubanate, dispuse în strate cu grosimi de 1—1,2 m, în care am găsit impresiuni de pești.

Sarmațianul inferior mai apare și în V. Glîmboaca, pe flancurile unui anticlinal faliat. Aici, pe o grosime de 20 m, aflorează marne cenușii micacee, cu numeroase urme de plante, în alternanță cu marne slab nisipoase, în strate de 4—7 mm. Aceste marne au o microfaună caracteristică volhynianului inferior, cu numeroase articuline (Articulina articulinoides Gerke et Issacon, A. problema Bogd.), precum și quinqueloculine (Quinqueloculina aff. boueana d'Orb., Q. voloshinovae Bogd., Q. reussi Bogd.).

Volhynianul superior — bessarabianul inferior. Peste tot unde a fost întîlnit, se așază concordant peste depozitele volhynianului inferior.

Pe malul drept al V. Olănești, în zona satului Buda, peste volhynianul inferior se găsesc nisipuri gălbui micacee, destul de grosiere, cu intercalații subțiri de marne nisipoase și 5 nivele de gresii concreționare, uneori cu aspect de trovanți. Intercalațiile grezoase au, în general, o grosime de circa 20 cm și conțin fragmente foarte mărunte de faună sau exemplare întregi de talie mică. Grosimea complexului depășește 80 m. Din probele microfaunistice am determinat : Ammonia beccarii Linné, Elphidium macellum (Fichtel et Moll.), E. crispum Linné, E. rugosum d'Orb., Nonion bogdanowiczi Volosch., Actaeocina lajonkaireana lajonkaireana (Bast.), Valvata aff. cristata Müll., Bytinella eugenii Jek., fragmente de cardiacee (Cardium transcarpaticum Grischk), ostracode. Spre partea superioară a complexului, în asociație, apar fragmente de Irus, Mactra, Dorsanum. Această asociație prezintă caractere asemănătoare cu cea a zonei cu „Elphidium macellum și Porosononion subgranosum" identificată și în alte unități structurale din țara noastră pentru intervalul stratigrafic volhynian superior — bessarabian inferior.

Tot un facies grosier îmbracă volhynianul superior — bessarabianul inferior și pe V. Glîmboaca, unde depozitele lui sînt acoperite discordant de pietrișurile de terasă.

Pe malul stîng al Văii Olănești, în zona satului Poenari, pe o grosime de 0,8—1,5 m, într-un pachet de marne cu aspect brecios am determinat următoarea macrofaună: Pirenella picta mitralis (Eichwald), P. picta picta (Defrance), P. disjuncta disjuncta (Sowerby), Actaeocina lajonkaireana maxima (Berger), Irus (Paphirus) gre-

garius Partsch, Modiolus incrassatus (d'Orb.), Ervilia dissita dissita (Eichw.), Cerastoderma vindobonense vindobonense (Partsch) Lask.

Conținutul microfaunistic este următorul : Articulina articulinoides Gerke et Jassaeva, A. sarmatica Karrer, Dogielina kaptarenko Bogd., Triloculina volhynica Didk., Sphaeridia papillata Heron and Earland, Globigerina tarchanensis Subb., Globigerinoides trilobus trilobus (Reuss), Ocenebra striata Eichw., tuburi de viermi, ostracode, otolite. Prin corelație cu alte regiuni ale țării, această asociație corespunde zonei cu Sphaeridia papillata. (Paramysis mihaii).

Ea este foarte apropiată de cea a stratelor cu Cryptomactra pesanseris, cu unele deosebiri în ceea ce privește variația speciilor și frecvența acestora.

Pe V. Cristeiu, pe o grosime de 50—60m, se poate constata următoarea succesiune a depozitelor volhynian superior—bessarabian inferior : în bază nisipuri cu trovanți care au dimensiuni pînă la 7 m, formați din gresii și conglomerate mărunte, în care se află o faună bogată, din păcate greu de detașat și uneori doar fragmente din care am determinat : Ervilia dissita dissita Eichw., Pirenella picta mitralis Eichw. Deasupra urmează gresii și microconglomerate foarte fosilifere, cu o bogată faună de talie mică constituită din : cardiacee, ervilii, hydrobii, ceriți. Între gresii și microconglomerate se află intercalații subțiri de nisipuri ferugioase fără faună. Peste acest complex urmează o serie marnoasă, cu strate de marne compacte așchioase groase de 0,5—2 cm, care alternează cu nisipuri și marne nisipoase. În continuare, pe o grosime de 15 m, se găsesc pietrișuri mărunte fără trovanți, de asemenea lipsite de faună.

III. Aspectul tectonic

În ansamblu, regiunea prezintă o structură homoclinală cu înclinări către sud, pe fondul căreia s-au remarcat cute slabe.

La nord de V. Olănești, în regiunea Fundătura — V. Ursilor, depozitele burdigaliene formează un sinclinal nordic îngust și un anticlinal sudic mai larg. La est, spre Bujoreni, aceste două cute dispar. La sud de anticlinalul amintit, din V. Turburea spre est pînă la R. Vîlcea și dincolo de Olt pînă la Goranu, prin afundarea depozitelor burdigaliene se conturează un sinclinal umplut cu depozite badeniene și sarmațiene.

În lungul V. Olănești, de-a lungul unei falii tectonice importante Vlădești-Zmiorătul-Cacova depozitele burdigaliene din malul stîng vin în contact direct cu sarmațianul inferior din malul drept al văii.

La sud de V. Olănești se evidențiază cuta sinclinală Poenari—Urzicari, care se sprijină la sud pe o cută anticlinală faliată, ce dispare spre vest în V. Govorei.

În succesiunea stratigrafică a depozitelor studiate se remarcă în partea de nord a perimetrului, lipsa unei părți din badenianul superior, ca și lipsa buglovianului, fapt ce se poate explica prin depășirea transgresivă a lor de către depozitele volhynianului inferior. Acest lucru a fost sesizat de noi mai la vest în zona Bărbătești—Dobriceni (Mira Tudor, Marioara Orbocea, 1967), unde în formațiunile volhyniene am găsit elemente remaniate din badenianul superior și buglovian.

În ceea ce privește depozitele sarmațiene, variația lor de facies, de grosimi și caracterul diferit al asociațiilor macro și microfaunistice pe zone foarte apropiate, s-ar datora unor curenți cu extindere limitată, care au adus schimbări în natura și cantitatea materialului transportat și au influențat implicit conținutul faunistic al bazinului de sedimentare.

IV. Contribuții privind posibilitatea existenței unor acumulări de petrol și gaze în zona cercetată

În unitatea pericarpatică (Depresiunea Getică), ce include zona la care ne-am referit, miocenul cercetat de noi cuprinde formațiuni în care sînt acumulate importante zăcăminte de petrol și gaze. Avîndu-se în vedere existența acestor zăcăminte rezultă deci, că, la nivelul miocenului, în această unitate sînt asigurate posibilitățile de geneză (roci—sursă generatoare de petrol), de acumulare (roci—magazin sau colectoare), precum și roci protectoare în acumulările de hidrocarburi.

În zona situată la nord de R. Vilcea, pe malul drept al Văii Oltului, au fost întîlnite roci bituminoase în toate depozitele miocene descrise anterior, cu excepția faciesului conglomeratic al burdigalianului.

Astfel, burdigalianul superior (respectiv Ottnangianul) conține intercalații de șisturi bituminoase cu grosimi de 5 — 35 cm. Ele se întîlnesc, de asemenea, în depozitele sarmațiene, în special la nivelul volhynianului.

Considerăm că rolul acestora în generarea unor zăcăminte de hidrocarburi nu este de neglijat.

În ceea ce privește importanța rocilor miocene din zonă, pentru acumularea unor zăcăminte de hidrocarburi, respectiv prezența rocilor—colector, magazin sau rezervor, menționăm că atît ottnangianul, badenianul inferior, dar mai ales sarmațianul conțin pachete de roci poroase în care acumularea hidrocarburilor, în special lichide, se realizează în bune condiții. Este de subliniat faptul că nisipurile și gresiile volhynianului superior—bessarabianului inferior, au un coeficient de porozitate ridicat (20 — 22 %), iar permeabilitatea

în jur de 1000 mD (caracteristici apropiate de ale rocilor helveţiene productive de la Ţicleni).

Rocile de acumulare din miocen menţionate mai sus sînt, în general, grupate în pachete acoperite de roci impermeabile (intercalaţii marnoase sau argiloase), care pot avea rol de protecţie pentru acumulările de hidrocarburi, din stratele subjacente. Fiind asigurate condiţiile de geneză, acumulare şi de protecţie a hidrocarburilor menţionate mai sus, un rol hotărîtor în ocazionarea formării capcanelor de petrol şi gaze revine aranjamentului tectonic.

În cazul regiunii noastre structura de detaliu la nivelul miocenului se încadrează în anticlinoriul regional Prigoria—Măgura Slătioarei — Govora — R. Vîlcea. Această structură majoră se prezintă ca un anticlinal recutat şi faliat. O serie de falii longitudinale şi transversale compartimentează acest ansamblu structural în blocuri tectonice.

Ţinînd seama de productivitatea cu petrol şi gaze a oligocenului de la Măldăreşti şi Foleşti, din imediata vecinătate vestică a perimetrului cercetat, se poate aprecia posibilitatea extinderii acestor acumulări şi în prelungirea estică a aceluiaşi ansamblu structural. Dacă aceste condiţii au fost favorabile pentru depozitele paleogene este de aşteptat ca şi formaţiunile miocene, în situaţiile structurale menţionate, care reflectă de fapt structura mai complicată a subasmentului paleogen, să prezinte perspective favorabile acumulărilor de petrol şi gaze.

Ne gîndim, în mod deosebit, la formaţiunile sarmaţianului care la vest de Olt înregistrează variaţii de grosimi şi de facies pe zone foarte apropiate, cu discordanţe repetate la care se adaugă caracterul faliat al acestora, ce ar putea realiza o ecranizare litologică şi tectonică pentru unele strate petrolifere.

În consecinţă, nu este exclus ca, în viitor, printr-o cercetare geologică complexă să se pună în evidenţă potenţialul petrogazeifer şi al acestui sector din Depresiunea Getică, unitate structurală majoră de o deosebită importanţă petroliferă.

Bibliografie

Dragoş, V. *Cercetări geologice asupra regiunii dintre Topolog şi Olt.* Dări de S. ale Com. Geol., XXXVII (1949—1950), Bucureşti, 1953.

Moldovan, I. *Raport geologic în regiunea Govora — Rm. Vîlcea.* Arhiva I.P.G.G.H., Bucureşti, 1954.

Motaş, I., Marinescu, Fl., Popescu, Gh. *Essai sur le Néogène de la Roumanie.* An. Inst. de Geol. şi Geof., L. Sidney, Bucureşti, 1976.

Murgoci, G. *Terţiarul din Oltenia.* An. Inst. Geol. Rom., vol. I, Bucureşti. 1907.

Orbocea Marioara *Stratigrafia depozitelor miocene şi pliocene dintre valea Tărtia şi valea Luncavăţului (judeţul Vîlcea).* Teză de doctorat. Institutul Petrol, Gaze şi Geologie, Bucureşti, 1972.

Papp, A. ş.a. *Chronostratigraphie und Neostratotypen. Miozän der Zentralen Paratethys (M5 — Sarmatien).* Slovakische Akademie der Wissenschaften, Bratislava, 1974.

Papp, A. ş.a. *Chrnostratigraphie und Neostratotypen. Miozän der Zentralen Paratethys (M4 — Badenien).* Slowakische Akademie der Wissenschaften, Bratislava, 1978.

Popescu, Gr. *Cercetări geologice în regiunea Govora — Rm. Vîlcea — Olăneşti. (Depresiunea Getică).* Dări de S. ale Comit. Geol., vol. XXXVIII (1950—1951), Bucureşti, 1954.

Tudor Mira, Orbocea Marioara. *Contribuţiuni la cunoaşterea microfaunei depozitelor tortoniene şi sarmaţiene din regiunea Foleşti— Oteşani.* Bul. Instit. de Petrol, Gaze şi Geologie, vol. XV, Bucureşti, 1967.

Zberea, A., Zberea Maria *Raport geologic privind sinteza lucrărilor de cercetare geologică pentru cărbuni în zona neogenă între Dunăre şi V. Oltului (sectorul V. Olteţ — V. Otăsău).* Probl. III/4, Arhiva IGPSMS, Bucureşti, 1969.

Cercetarea mişcării elastodinamice a sistemului IS—MT—S în timpul proceselor de manevră (III)

Dr. ing. **N. Calotă**
Institutul de petrol şi gaze Ploieşti

IV. Modelele mecanic şi matematic ale ansamblului

Aşa cum s-a arătat, ansamblul IS—MT—S este alcătuit din elemente cu importante deosebiri în ceea ce priveşte proprietăţile de elasticitate. De aceea, în vederea construirii raţionale a modelului mecanic este util să analizăm sau să comparăm între ele constantele elastice ale elementelor componente ansamblului. (fig. 19 *a*).

Astfel, pentru început, să analizăm sistemul elastic format de elementele subansamblului tobei de manevră. S-a arătat la subcapitolul I. 2 că acest subansamblu reprezintă o construcţie mult mai rigidă decît înfăşurarea cablului. Dealtfel şi pulsaţiile proprii ale acestui sistem elastic sînt mult superioare domeniului maxim de lucru al vitezelor unghiulare ale tobei de manevră. În consecinţă, în cele ce urmează, acceptăm aproximaţia neglijării

elasticității legăturilor torsionale dintre masele acestui subansamblu.

În continuare, să comparăm constanta elastică a elementelor tensionate ale instalației de suprafață cu cea a materialului tubular. S-a arătat, la subpunctul I. 1., că valoarea constantei elastice a turlei este mai mare decît cea a înfășurării cablului (substructura instalației este, evident, mai rigidă decît turla). La rîndul ei, constanta elastică a înfășurării cablului este de multe ori mai mare decît mărimea omoloagă a materialului tubular. Spre exemplificare, să comparăm numai constanta elastică a înfășurării cablului instalației F 320 (subpunctul I. 1),

$$c_c = 1{,}76 \cdot 10^7, \text{ N/m},$$

cu cea a unei garnituri de foraj de 5 in IEI STAS 8037 — 67 în lungime de 2954,4 m (subpunctul 2),

$$c_{pf} = 2{,}5172 \cdot 10^5, \text{ N/m}.$$

Se observă că $c_c = 69{,}919 \cdot c_{pf}$, ceea ce sugerează, pentru exemplul considerat, neglijarea proprietăților elastice ale înfășurării cablului comparativ cu cele ale materialului tubular. Pentru a fi egale cele două constante elastice, materialul tubular ar trebui să aibă o lungime de numai 42, 24 m, situație ce prezintă interes redus pentru efectuarea unui calcul dinamic.

Concluzia obținută pe exemplul anterior poate fi generalizată fără riscuri deoarece, în majoritatea situațiilor ce prezintă interes pentru un calcul dinamic, garniturile de foraj sînt, fie mai lungi, fie cu diametrul nominal mai redus (deci, în ambele cazuri și mai elastice).

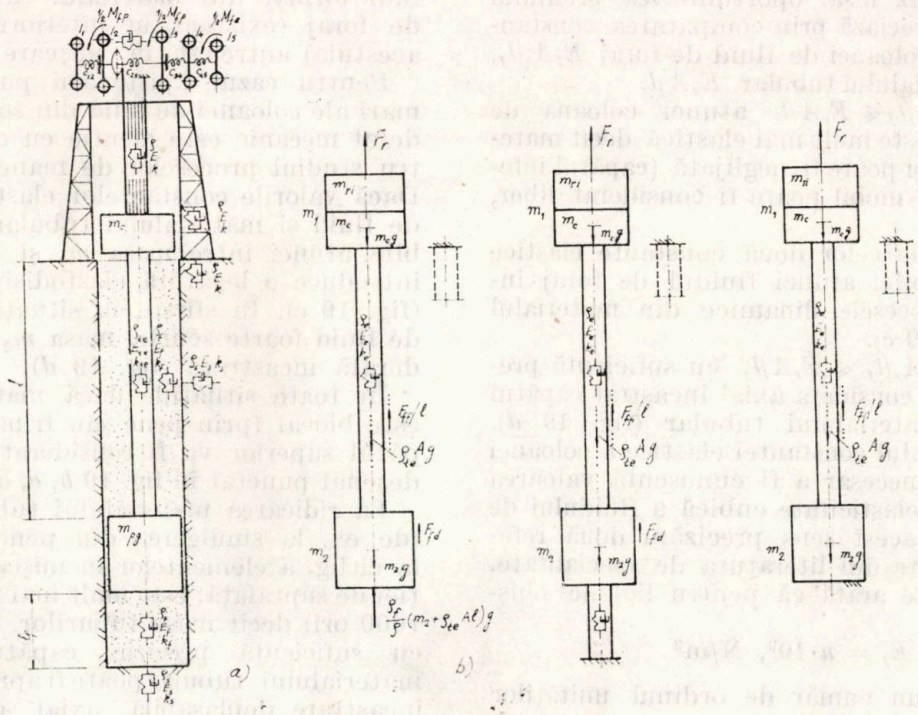


Fig. 19

Dacă se acceptă aproximația unui cablu inextensibil și a unei turle rigide, atunci masele elementelor în mișcare ale instalației de suprafață pot fi reduse la cîrlig, utilizînd criteriul egalității energiei cinetice a sistemului fizic cu cea a modelului mecanic echivalent, obținîndu-se masa redusă m_{ri} (fig. 19 *b*).

Referitor la fluidul de foraj din interiorul și exteriorul materialului tubular, s-a arătat că acesta poate fi luat în considerare în calculul dinamic prin construirea unui model mecanic constînd dintr-un tub cu caracteristici echivalente distribuite (ρ_e, E_e, k_e).

În coloana de fluid de foraj din sonda liberă, exceptînd cazul „pistonării pure", nu sînt produse solicitări dinamice importante datorită următoarelor cauze :

- în zona capătului inferior al materialului tubular, fluidul de foraj are posibilitatea deplasării verticale în interiorul și exteriorul tubului mobil ;
- modulul de elasticitate cubică al fluidului de foraj este mult mai redus decît modulul de elasticitate longitudinală al oțelului, de exemplu $E_f = 0{,}01\ E$ (cele două module se pot compara pentru cazul deformațiilor uniaxiale).

Ţinînd seama de aceste observaţii, în calculul elastodinamic, fluidul de foraj de sub capătul inferior al materialului tubular poate fi neglijat.

În cazul „pistonării pure", datorită tensionării fluidului de foraj pe întreaga arie a secţiunii lui transversale, se pune problema studiului proceselor vibratorii din această coloană. Şi în acest caz însă, oportunitatea studiului dinamic se apreciază prin compararea constantei elastice a coloanei de fluid de foraj $E_f A_s/l_f$, cu cea a materialului tubular $E_e A/l$.

Dacă $E_f A_s/l_f \ll E_e A/l$, atunci coloana de fluid de foraj este mult mai elastică decît materialul tubular şi poate fi neglijată (capătul inferior al tubului mobil poate fi considerat liber, fig. 19 *b*).

Dacă valorile celor două constante elastice sînt comparabile, atunci fluidul de foraj influenţează procesele dinamice din materialul tubular (fig. 19 *c*).

În cazul $E_f A_s/l_f \ll E_e A/l$, cu suficientă precizie, se poate considera axial încastrat capătul inferior al materialului tubular (fig. 19 *d*).

Pentru calculul constantei elastice a coloanei de fluid este necesar a fi cunoscută valoarea modulului de elasticitate cubică a fluidului de foraj E_f. În acest sens precizăm două referiri concordante din literatura de specialitate.

— în [10] se arată că pentru lichide obişnuite

$$E_f = n \cdot 10^9, \ \mathrm{N/m^2}$$

unde n este un număr de ordinul unităţilor mici;

— în [7] se arată că pentru un fluid de foraj, de tipul Bingham, avînd $\tau_0 = 3{,}830 \ \mathrm{N/m^2}$, $\eta = 0{,}013 \ \mathrm{Ns/m^2}$ şi $\rho_f = 1\,294 \ \mathrm{kg/m^3}$ s-a procedat la comprimarea acestuia într-o sondă etanşă, adîncă de 3 048 m; la presiunea de $6{,}895 \cdot 10^6 \ \mathrm{N/m^2}$ nivelul fluidului a scăzut cu 12,192 m din care 9,144 m datoraţi compresibilităţii fluidului şi 3,048 m rezultaţi în urma deformării pereţilor sondei. Un calcul simplu indică valoarea

$$E_f = 2{,}2983 \cdot 10^9 \ \mathrm{N/m^2}.$$

Cu o astfel de valoare pentru E_f şi considerînd $E_e = E = 2{,}1 \cdot 10^{11} \ \mathrm{N/m^2}$, $A_s = 4 \ A$, o coloană de fluid are o constantă elastică de zece ori mai redusă decît cea a materialului tubular dacă $l_f = 0{,}43 \ l$ şi de zece ori mai mare dacă $l_f = 0{,}0043 \ l$. Se poate, eventual, neglija existenţa unei coloane de fluid dacă înălţimea acesteia este mai mare de $0{,}43 \ l$; încastrarea axială a capătului inferior al materialului tubular se poate, eventual, accepta pentru coloane de fluid mai scurte decît $0{,}0043 \ l$.

Luînd în considerare concluziile de mai sus, modelul mecanic echivalent sistemului fizic IS—MT—S, în timpul operaţiilor de manevră, va fi alcătuit din două mase m_1 şi m_2 reunite printr-o legătură elastodisipativă cu masă, de secţiune constantă A şi lungime l (fig. 19 *b*). Masa m_1 reprezintă suma dintre masa ansamblului macara—geamblac m_c şi masa redusă a elementelor în mişcare ale instalaţiei de suprafaţă m_{ri}. Masa m_2 reprezintă masa prăjinilor grele (notată anterior prin m_{pg}). Legătura elastodisipativă reprezintă ansamblul format din materialul tubular şi fluidul de foraj (existent în interiorul şi exteriorul acestuia) antrenat în mişcare oscilatorie.

Pentru cazul „pistonării pure" şi înălţimi mari ale coloanei de fluid din sonda liberă, modelul mecanic este identic cu cel utilizat pentru studiul proceselor de manevră (fig. 19 *b*). Dacă valorile constantelor elastice ale coloanei de fluid şi materialului tubular sînt comparabile, atunci între masa m_2 şi talpa sondei se introduce o legătură elastodisipativă cu masă (fig. 19 *c*). În sfîrşit, în situaţia unor coloane de fluid foarte scurte, masa m_2 poate fi considerată încastrată (fig. 19 *d*).

În toate situaţiile dacă materialul tubular este blocat (prin pene sau frîna de oprire) capătul superior va fi considerat încastrat (este desenat punctat în fig. 19 *b*, *c*, *d*).

La ridicarea materialului tubular din sondă (de ex. la smulgerea din pene) masa redusă la cîrlig, a elementelor în mişcarea ale instalaţiei de suprafaţă, este mult mai mare (de aprox. 1000 ori) decît masa tuburilor. Şi în acest caz, cu suficientă precizie, capătul superior al materialului tubular poate fi aproximat printr-o încastrare deplasabilă axial cu o mărime cinematică impusă.

Modelul matematic al mişcării masei unei părţi oarecare a modelului mecanic echivalent se obţine printr-una din metodele dinamicii maşinilor.

Astfel, pentru masa m_1, punînd condiţia egalităţii dintre variaţia energiei cinetice şi cea a lucrului mecanic al forţelor de legătură şi exterior aplicate pentru o deplasare infinitezimală, rezultă ecuaţia de mişcare. În această ecuaţie, înlocuind deplasarea de rigid x_0 cu elongaţia mişcării oscilatorii $S(0, t)$ şi observînd că variaţia masei m_1, în funcţie de această elongaţie, este neglijabilă, obţinem

$$m_1 \ddot{S}(0, t) = E_e A \acute{S}(0, t) + k_e A \acute{S}(0, t) - F_r(t) + m_c g, \quad (62)$$

în care F_r este forţa redusă la cîrlig a cuplurilor de torsiune (de frînare sau motoare) aplicate subansamblului arborelui tobei de manevră. Observăm că s-a neglijat dependenţa acestei forţe faţă de mişcarea de rigid.

În cazul cînd capătul superior al materialului tubular este blocat (prin pene sau sistem de frînare), evident,

$$S(0, t) = 0. \quad (63)$$

Impunînd condiția echilibrului fictiv între forțele de inerție, de legătură și efectiv aplicate asupra unui element infinitezimal din legătura elastodisipativă și introducînd (43), (47) și (50) în (1) obținem

$$\ddot{S}(x,\ t) - \frac{k_e}{\rho_e}\dot{S}''(x,\ t) - a^2 S''(x,\ t) - \frac{F}{\rho_e A} = 0 \tag{64}$$

în care [3]

$$a^2 = E_e/\rho_e; \tag{65}$$

$$F = \rho_{te} A g - s \cdot F_{ff}/l; \tag{66}$$

$$F_{ff} = \sum_j \Delta F_{ij}. \tag{67}$$

Același echilibru fictiv al forțelor corespunzătoare masei m_2 conduce la

$$m_2\ddot{S}(l,\ t) = -E_e A S'(l,\ t) - k_e A\dot{S}'(l,\ t) - s \cdot F_f d - \rho_f \left(\frac{m_2}{\rho} + \frac{\rho_{te}}{\rho} Al\right) g + m_2 g \tag{68}$$

în aproximația neglijării fluidului din sonda liberă și la

$$m_c \ddot{S}(l,\ t) = -E_e A S(l,\ t) - k_e A\dot{S}(l,\ t) - p(0,\ t)A_s - s \cdot F_{fd} - \rho_f \left(\frac{m_2}{\rho} + \frac{\rho_{te}}{\rho} A_l\right) g + m_2 g \tag{69}$$

pentru situația luării în considerare a coloanei fluidului din aceeași situație a sondei. În cele două ecuații de mai sus F_{fd} reprezintă forța de frecare a masei m_2 cu fluidul de foraj sau cu pereții sondei (în cazul „pistonării pure").

Condiția de încastrare a capătului inferior al materialului tubular va fi

$$S(l,\ t) = 0. \tag{70}$$

Modelul matematic al mișcării secțiunilor transversale ale legăturii elastice dintre masa m_2 și talpa sondei este reprezentat de ecuațiile (59) sau (60) cu condițiile limită (61).

V. Rezolvarea modelului matematic al proceselor vibratorii

Se știe că procese vibratorii importante apar numai în etapele de smulgere din pene, oprire și fixare în pene. În cele ce urmează se acceptă aproximația că, în timpul acestor etape, forțele de frecare dintre materialul tubular și fluidul de foraj, aflat în curgere vîscoplastică, sînt constante, ceea ce conduce la a presupune că debitul de fluid este invariabil. Trebuie observat că în timpul smulgerii materialului tubular din pene debitul de fluid este, în adevăr, constant și egal cu zero. În timpul etapelor de oprire și fixare în pene se acceptă ca neglijabilă variația debitului de fluid în jurul valorii corespunzătoare regimului. Această acceptare este justificată prin faptul că elasticitatea fluidului de foraj este mult mai mare decît cea a materialului tubular, curgerea primului continuînd încă un timp după oprirea celui de-al doilea.

Precizăm că modelul matematic al propagării deformațiilor în legătura elastodisipativă, avînd caracteristici distruibuite și al mișcării maselor m_1 și m_2, este alcătuit din ecuațiile diferențiale (64), (62) și (68) pentru cazul deplasării materialului tubular în sondă. În situația blocării capătului superior al tuburilor, în modelul matematic anterior ecuația (62) se va înlocui prin (63).

În rezolvarea modelului matematic, în vederea determinării stării de mișcare, este necesar a fi cunoscute condițiile inițiale. Acestea precizează deplasările și vitezele pe care le au punctele modelului mecanic considerat. În cazul general,

$$S_{t=0} = f_1(x);\ \dot{S}_{t=0} = f_2(x) \text{ pentru } x \in [0\ ;\ l]. \tag{71}$$

Pentru a studia mișcarea vibratorie peste starea de deformare datorată greutății proprii și forțelor de frecare cu fluidul în curgere vîscoplastică (forțe aproximate la valori constante), vom introduce schimbarea de variabilă

$$S(x,\ t) = f_s(x) + u(x,\ t) \tag{72}$$

în care $f_s(x)$ reprezintă deformata în regim stabilizat.

Pentru calculul acestei deformate observăm că în orice secțiune x, a materialului tubular, se realizează echilibrul

$$E_e A f_s'(x) = \left(\rho_{te} A g - s\frac{F_{ff}}{l}\right)(l - x) + m_2 g - sF_{fd} - \rho_f \left(\frac{\rho_{te}}{\rho} Al + \frac{m_2}{\rho}\right) g. \tag{73}$$

Integrînd rezultă

$$f_s(x) = \frac{\rho_{te} g x(2\nu l - x)}{2E_e} + \frac{\nu m_2 g x}{E_e A} - s\left[\frac{F_{ff} \cdot x(2l - x)}{2E_e Al} + \frac{F_{fd} x}{E_e A}\right] + C_f \tag{74}$$

în care

$$\nu = 1 - \frac{\rho_f}{\rho};$$

$C_f = f_s(0) = 0$, deoarece deplasarea $f_s(x)$ se măsoară față de originea axei x.

Cu schimbarea de variabilă (73) ecuația diferențială (64) devine

$$\ddot{u} - \frac{k_e}{\rho_e}\dot{u}'' - a^2 u'' = 0 \tag{75}$$

În noua variabilă $u(x, t)$ condițiile limită (62), (63) și (68) devin

$$m_1\ddot{u} = E_e A u' + k_e A\dot{u}' + F(t) \quad \text{pentru} \quad x = 0 \tag{76}$$

$u = 0$ pentru $x = 0$ (77)

$m_2\ddot{u} = -E_eAu' - k_eA\dot{u}'$ pentru $x = l$, (78)

în care

$$F(t) = F_s - F_r(t), \quad (79)$$

iar forța la cîrlig în regim stabilizat are expresia

$$F_s = m_c g + (\rho_{te} Alg + m_2 g)\nu - s(F_{ff} + F_{fd}) \quad (80)$$

Condițiile inițiale (72) devin

$$u_{t=0} = f_1 - f_s; \quad \dot{u}_{t=0} = f_2 \quad (81)$$

Deplasările dinamice ale secțiunilor materialului tubular, studiate peste starea de deformare $f_s(x)$, se vor obține prin rezolvarea ecuației diferențiale cu derivate parțiale (75) avînd condițiile limită (76), (78) sau (77), (78) și cele inițiale (81). Soluția acestei ecuații, pentru cazul general al mișcării, se va obține prin procedeul dezvoltării după formele proprii de oscilație. La rîndul lor, formele proprii de oscilație (descrise de funcțiile proprii) se vor obține prin rezolvarea aceleiași ecuații în cazul particular al absenței forței perturbatoare,

$$F(t) = 0. \quad (82)$$

Condiția (82) modifică numai relația (76) aducînd-o la forma

$$m_1\ddot{u} = E_eAu' + k_eA\dot{u}', \text{ pentru } x = 0. \quad (76')$$

În vederea determinării funcțiilor proprii vom rezolva ecuația diferențială (75) utilizînd metoda separării variabilelor (Bernoulli—Fourier), adică vom construi soluția sub formă

$$u(x\,t) = X(x) \cdot T(t). \quad (83)$$

Introducînd (83) în (75) obținem

$$a^2 \frac{X''}{X} = \frac{\ddot{T}}{\frac{k_e}{E_e}\dot{T} + T} = -p^2. \quad (84)$$

Primii doi termeni ai egalității (84) sînt funcții de variabile diferite și pentru a fi egali este necesar ca fiecare să fie o constantă, iar pentru existența mișcării vibratorii această constantă trebuie să fie negativă.

Funcțiile proprii $X(x)$ se determină din ecuația

$$X'' + \frac{p^2}{a^2} X = 0 \quad (85)$$

a cărei soluție este de forma

$$X(x) = C\cos\frac{p}{a}x + D\sin\frac{p}{a}x \quad (86)$$

Se pune problema determinării unei valori a constantei p astfel încît să existe o soluție nebanală a ecuației (85) în condițiile limită (76'), (78) sau (77), (78), (o particularizare a problemei Sturm—Liouville). În acest scop, impunînd soluției (86) să satisfacă, atît condițiile limită cît și condiția de nebanalitate, obținem un șir infinit de valori (pulsații) proprii $p_1, p_2, \ldots, p_i, \ldots$, numit spectrul problemei și una din constantele de integrare, C sau D.

Corespunzător unei pulsații p_i se va obține, în afara unei constante lipsită de importanță, funcția proprie $X_i(x)$, (86), iar forma generală a soluției (83), reprezentînd modul normal de vibrație, va fi

$$u_i(x, t) = X_i(x) \cdot T_i(t). \quad (87)$$

Prin suprapunerea modurilor proprii de vibrație se va obține soluția generală a ecuației (75) în condițiile limită (76'), (78) sau (77), (78),

$$u(x,t) = \sum_i X_i(x)\, T_i(t). \quad (88)$$

Așa cum s-a precizat, deplasările dinamice forțate se vor obține printr-o dezvoltare după formele proprii $X_i(x)$. Aceasta revine la a considera coordonatele principale $T_i(t)$ drept coordonate generalizate ale mișcării $q_i(t)$, mărimi ce urmează a fi ulterior determinate prin studiul echilibrului energetic al modelului mecanic. În acest fel expresiile energiilor cinetice E_c, potențiale E_p și de disipare E_d vor avea o formă particulară, fiind funcții pătratice de coordonatele sau vitezele generalizate. Prin aceste înlocuiri, soluția ce descrie deplasările dinamice va avea forma

$$u(x, t) = \sum_i X_i(x)\; q_i(t) \quad (89)$$

Coordonatele generalizate $q_i(t)$ se vor determina utilizînd ecuațiile lui Lagrange de speța a-II-a,

$$\frac{d}{dt}\left(\frac{\partial E_c}{\partial \dot{q}_i}\right) - \frac{\partial E_c}{\partial q_i} + \frac{\partial E_p}{\partial q_i} + \frac{\partial E_d}{\partial \dot{q}_i} = Q_i \quad (90)$$

în care

$$E_c = \frac{\rho_e A}{2}\int_0^l \dot{u}^2\,dx + E_{cc}; \quad (91)$$

E_{cc} — energia cinetică a maselor de la capete

$$E_p = \frac{E_e A}{2}\int_0^l u'^2 dx; \quad (92)$$

$$E_d = \frac{k_e A}{2}\int_0^l \dot{u}'^2\,dx; \quad (93)$$

Q_i reprezintă forța generalizată de tip neconservativ corespunzătoare coordonatei generalizate q_i.

Rezolvînd (90) și introducînd coordonatele generalizate $q_i(t)$, astfel determinate, în (89) obținem soluția generală a deplasărilor dinamice.

În continuare vom rezolva modelul matematic, după algoritmul prezentat, pentru cazurile particulare reprezentînd, fie blocarea capătului superior, fie deplasarea în sondă a materialului tubular.

1. *Cazul blocării capătului superior al materialului tubular*

Cu o soluție de forma (83) condițiile limită (77), (78) devin

$$X(x) = 0, \text{ la } x = 0; \quad (94)$$

$$m_2 p^2 X(x) = E_e A X'(x), \text{ la } x = l. \quad (95)$$

Impunînd funcției proprii (86) să verifice condiția (94) rezultă

$$C = 0.$$

Pentru ca soluția $X(x)$ a ecuației (85) să fie nebanală, este necesar ca cealaltă constantă să fie diferită de zero,

$$D \neq 0.$$

Cu acestă condiție și impunînd soluției (86) să verifice și (95) rezultă „ecuația frecvențelor"

$$\operatorname{tg}\beta = \frac{1}{r_2 \beta} \quad (96)$$

în care

$$\beta = \frac{pl}{a}; \quad r_2 = \frac{m_2}{m_0}; \quad m_0 = \rho_e A l.$$

Ecuația transcendentă (96) are o infinitate de soluții $\beta_1, \ldots, \beta_i, \ldots$ corespunzător cărora obținem spectrul pulsațiilor proprii $p_1, \ldots, p_i, \ldots$.

Funcțiile proprii (96) au forma

$$X_i(x) = \sin \frac{p_i}{a} x = \sin \frac{\beta_i}{l} x, \quad i = 1,2,\ldots \quad (97)$$

Energia cinetică (91) a modelului mecanic în mișcare elastodinamică va avea expresia

$$E_c = \frac{\rho_e A}{2} \int_0^l \left(\sum_{i=1}^{\infty} \dot{q}_i(t) \cdot \sin \frac{\beta_i x}{l} \right)^2 dx + \frac{m_2}{2} \dot{u}^2(l,t) \quad (91)$$

care, ținînd seama de (96) și de valoarea integralelor

$$\int_0^l \sin^2 \frac{\beta_i x}{l} dx = \frac{l}{2} \left(1 - \frac{\sin 2\beta_i}{2\beta_i} \right) \quad (98)$$

$$\int_0^l \sin \frac{\beta_i x}{l} \cdot \sin \frac{\beta_j x}{l} dx = -l r_2 \sin \beta_i \cdot \sin \beta_j, \quad i \neq j \quad (99)$$

rezultă

$$E_c = \frac{\rho_e A l}{4} \int_0^l \sum_{i=1}^{\infty} \dot{q}_i^2(t) \left(1 + \frac{\sin 2\beta_i}{2\beta_i} \right). \quad (100)$$

Energia potențială de deformație (92) va avea expresia

$$E_p = \frac{E_e A}{2l^2} \int_0^l \left(\sum_{j=1}^{\infty} q_i(t) \beta_i \cos \frac{\beta_i x}{l} \right)^2 dx \quad (92')$$

și calculînd integralele

$$\int_0^l \cos^2 \frac{\beta_i x}{l} dx = \frac{l}{2} \left(1 + \frac{\sin 2\beta_i}{2\beta_i} \right) \quad (101)$$

$$\int_0^l \cos \frac{\beta_i x}{l} \cos \frac{\beta_j x}{l} dx = 0, \quad i \neq j, \quad (102)$$

obținem, în final,

$$E_p = \frac{E_e A}{4l} \sum_{i=1}^{\infty} q_i^2(t) \beta_i^2 \left(1 + \frac{\sin 2\beta_i}{2\beta_i} \right). \quad (103)$$

Potențialul funcției de disipare (93) se calculează similar

$$E_d = \frac{k_e A}{2l^2} \int_0^l \left(\sum_{i=1}^{\infty} \dot{q}_i(t) \beta_i \cos \frac{\beta_i x}{l} \right)^2 dx \quad (93')$$

obținîndu-se

$$E_d = \frac{k_e A}{4l} \sum_{i=1}^{\infty} \dot{q}_i^2(t) \beta_i^2 \left(1 + \frac{\sin 2\beta_i}{2\beta_i} \right). \quad (104)$$

Introducînd expresiile finale ale energiilor în ecuația lui Lagrange (90) se obține, pentru coordonata $q_i(t)$,

$$\ddot{q}_i + 2n_i \dot{q}_i + p_i^2 q_i = \frac{2}{m_0 K_i} Q_i, \quad i = 1, 2, \ldots \quad (105)$$

în care

$$2n_i = \frac{k_e}{E_e} p_i^2; \quad K_i = 1 + \frac{\sin 2\beta_i}{2\beta_i}$$

Soluția ecuației diferențiale (105) este egală cu suma soluției formei omogene a aceleiași ecuații, q_{i0} și a unei soluții particulare, q_{ip},

$$q_i = q_{i0} + q_{ip} \quad (106)$$

Cu ușurință se calculează

$$q_{i0} = e^{-n_i t} (A_i \cos p_i^* t + B_i \sin p_i^* (t) \quad (107)$$

$$q_{ip} = \frac{1}{p_i^*} \cdot \frac{2}{m_0 K_i} \int_0^t Q_i(\tau) e^{-n_i(t-\tau)} \sin p_i^* (t-\tau) d\tau \quad (108)$$

în care

$$p_i^* = p_i^2 - n_i^2 = p_i^2 \left[1 - \left(\frac{k_e}{2E_e} p_i \right)^2 \right] \quad (109)$$

Pentru ca mișcarea vibratorie să existe efectiv, este necesar ca pulsațiile p_i^* să fie reale. Pentru aceasta pulsațiile proprii trebuie să satisfacă inegalitatea

$$p_i \leqslant \frac{2E_e}{k_e} \quad (110)$$

Ordinul maxim, i_{max}, obținut din (110) este un număr finit, i_{max} și reprezintă numărul de moduri proprii (87) ce urmează a fi suprapuse în vederea obținerii soluției generale (88) a modelului matematic:

$$u(x,t) = \sum_{i=1}^{i_{max}} q_{i0}(t) \sin \frac{p_i x}{a} + \sum_{i=1}^{i_{max}} q_{ip}(t) \sin \frac{p_i x}{a} \quad (111)$$

Primul termen al membrului din dreapta al egalității (111) descrie vibrațiile libere amortizate. Observăm că expresia lor se putea obține și din (84) și (88). Al doilea termen al membrului drept descrie deplasările dinamice forțate și amortizate ale secțiunilor materialului tubular sub acțiunea forțelor generalizate $Q_i(t)$.

Constantele A_i și B_i din expresia vibrațiilor libere se determină din condiția ca aceasta

$$u_0(x,t)=\sum_{i=1}^{i_{max}} \sin\frac{p_i x}{A}\, e^{-n_i t}(A_i\cos p_i^* t+ B_i\sin p_i^* t) \tag{112}$$

să verifice condițiile inițiale (81).
Deci

$$u_0(x,0)=\sum_{i=1}^{i_{max}} A_i \sin\frac{\beta_i x}{l} = f_1(x) - f_s(x) \tag{113}$$

$$\dot{u}_0(x,0)=\sum_{i=1}^{i_{max}} (-n_i A_i + p_i^* B_i)\sin\frac{\beta_i x}{l} = f_2(x) \tag{114}$$

Înmulțind expresiile (113) și (114) cu $\sin\frac{\beta_i}{l}x$, integrînd de la zero la l și ținînd seama de (98), (99) se obține

$$A_i\frac{l}{2}\left(1-\frac{\sin 2\beta_i}{2\beta_i}\right)-lr_2\sin\beta_i\sum_{\substack{j=1\\ j\neq i}}^{i_{max}} A_j\sin\beta_j = \int_0^l [f_1(x)-f_s(x)]\sin\frac{\beta_i}{l}x\,dx \tag{115}$$

$$(-n_i A_i + p_i^* B_i)\frac{l}{2}\left(1-\frac{\sin 2\beta_i}{2\beta_i}\right)- -lr_2\sin\beta_i\sum_{\substack{j=1\\ j\neq 1}}^{i_{max}} (-n_j A_j + p_i^* B_j)\sin\beta_j = \int_0^l f_2(x)\sin\frac{\beta_i x}{l}\,dx \tag{116}$$

Particularizînd în $x=l$ condițiile inițiale, rezultă

$$\sum_{\substack{j=1\\ j\neq 1}}^{i_{max}} A_j\sin\beta_j = f_1(l) - f_s(l) - A_i\sin\beta_i \tag{117}$$

$$\sum_{\substack{j=1\\ j\neq 1}}^{i_{max}} (-n_j A_j + p_i^* B_j)\sin\beta_j = f_2(l) - -(-n_i A_i) + p_i^* B_i)\sin\beta_i \tag{118}$$

Introducînd (117) și (118) în (115) și (116) rezultă

$$A_i = \frac{r_2[f_1(l)-f_s(l)]\sin\beta_i+\frac{1}{l}\int_0^l [f_1(x)-f_s(x)]\sin\frac{\beta_i x}{l}\,dx}{\frac{1}{2}-\frac{\sin 2\beta_i}{4\beta_i}+r_2\sin^2\beta_i} \tag{119}$$

$$B_i=\frac{1}{p_i^*}\left[n_i A_i + \frac{r_2 f_2(l)\sin\beta_i+\frac{1}{l}\int_0^l f_2(x)\sin\frac{\beta_i x}{l}\,dx}{\frac{1}{2}-\frac{\sin 2\beta_i}{4\beta_i}+r_2\sin^2\beta_i}\right] \tag{120}$$

Cu aceste ultime relații expresia deplasărilor dinamice (111) ale elementelor modelului mecanic este complet determinată.

2. *Cazul deplasării materialului tubular în sondă*

Condițiile limită (76) și (77) se transformă în

$$-m_1 p^2 X(x) = E_e A X'(x), \quad \text{la } x=0; \tag{121}$$

$$m_2 p^2 X(x) = E_e A X'(x), \quad \text{la } x=l. \tag{122}$$

Impunînd funcției proprii $X(x)$ să fie nebanală și să verifice condițiile (121) și (122) se obține „ecuația frecvențelor" modurilor naturale ale vibrațiilor longitudinale

$$\operatorname{tg}\beta=\frac{(r_1+r_2)\beta}{r_1 r_2\beta^2-1}, \tag{123}$$

în care

$$\beta=\frac{p_l}{a};\quad r_1=\frac{m_1}{m_0};\quad r_2=\frac{m_2}{m_0};\quad m_0=\rho_e A l.$$

Funcțiile proprii (86), pentru pulsații proprii p_i determinate din ecuația transcendentă (123), vor avea forma

$$X_i(x)=P_i\sin\left(\alpha_i-\frac{p_i}{a}x\right)= = P_i\sin\left(\alpha_i-\frac{\beta_i x}{l}\right),\quad i=1,2,\ldots \tag{124}$$

Energia cinetică (91) în acest caz va avea expresia

$$E_c=\frac{\rho_e A}{2}\int_0^l\left[\sum_{i=1}^{\infty}\dot{q}_i(t)\,P_i\sin\left(\alpha_i-\frac{\beta_i x}{l}\right)\right]^2 dx + + \frac{m_1}{2}\dot{u}^2(0,t)+\frac{m_2}{2}\dot{u}^2(l,t). \tag{125}$$

Luînd în considerare ecuația frecvențelor (123), integralele de forma (98), (101) și

$$\int_0^l \sin\frac{\beta_i x}{l}\cos\frac{\beta_i x}{l}\cdot dx = -\frac{l}{2}\cdot\frac{\cos 2\beta_i-1}{2\beta_i} \tag{126}$$

se obține în final

$$E_c=\frac{\rho_e A l}{8}\sum_{i=1}^{\infty}\dot{q}_i^2\frac{1}{\beta_i}L_i \tag{127}$$

în care

$$L_i=2\beta_i(1+r_1^2\beta_i^2)+(r_1^2\beta_i^2-1)\sin 2\beta_i + + 2r_1\beta_i(1-\cos 2\beta_i).$$

Energia potențială de deformație, ținînd seamă de aceleași integrale, rezultă

$$E_p=\frac{E_e A}{2}\int_0^l\left[\sum_{i=1}^{\infty} q_i(t)\left(-\frac{\beta_i}{l}\right)P_i\cos\left(\alpha_i-\frac{\beta_i x}{l}\right)\right]^2 dx = = \frac{E_e A}{8l}\sum_{i=1} L_i\beta_i q_i^2. \tag{128}$$

În mod analog, energia disipată rezultă

$$E_d=\frac{k_e A}{2}\int_0^l\left[\sum_{i=1}^{\infty}\dot{q}_i(t)\left(-\frac{\beta_i}{l}\right)P_i\cos\left(\alpha_i-\frac{\beta_i x}{l}\right)\right]^2 = = \frac{k_e A}{8l}\sum_{i=1} L_i\beta_i\dot{q}_i^2. \tag{129}$$

Cu aceste expresii ale energiilor ecuațiile lui Lagrange (90) devin

$$\ddot{q}_i + 2n_i\dot{q}_i + p_i^2 q_i = \frac{4\beta_i}{m_0 L_i} Q_i, \quad i=1, 2, \ldots \quad (130)$$

Soluțiile $q_i(t)$ au forma

$$q_i(t) = e^{-n_i t}(A_i \cos p_i^* t + B_i \sin p_i^* t) + \frac{1}{p_i^*} \cdot \frac{4\beta_i}{m_0 L_i} \int_0^t Q_i(\tau)\, e^{-n_i(t-\tau)} \sin p_i^*(t-\tau)\, d\tau, \quad (131)$$

în care, ca și în cazul precedent,

$$n_i = \frac{k_e}{2E_e} p_i^2; \quad p_i^{*2} = p_i^2 - n_i^2; \quad i = 1, 2, \ldots i_{max}.$$

Constantele A_i și B_i se pot determina într-un mod analog cazului anterior.

Soluția generală a mișcării secțiunilor modelului mecanic echivalent, în cazul deplasării materialului tubular în sondă, va fi expresia (89), în care funcțiile proprii au forma (124), iar coordonatele generalizate sînt reprezentate de (131).

Concluzii

1. În cadrul cercetării teoretice s-au elaborat variante judicioase ale modelului mecanic echivalent prin analiza comparativă a caracteristicilor elementelor instalației de suprafață, materialului tubular și sondei. Aceste variante ale modelului mecanic echivalent sînt utilizabile la cercetarea diferitelor etape ale procesului de introducere (smulgere din pene, demaraj, regim, oprire și fixare în pene), a unor situații de avarie (mansonarea sapei etc.) sau pentru extragere.

În principal, modelele mecanice sînt alcătuite din mase neelastice, echivalente prăjinilor grele și, prin reducere, elementelor instalației de suprafață, reunite prin continuumuri elastodisipative cu masă, reprezentînd coloana de prăjini de foraj și fluidul din sondă.

În construirea modelului mecanic echivalent sistemului IS-MT-S au fost acceptate numai aproximații pentru care s-a demonstrat că erorile introduse sînt minime. S-a observat, cu acest prilej, că este necesar să se ia în considerare fenomene, care în alte lucrări sînt neglijate fără a fi neglijabile, ca de exemplu: variația masei reduse la cîrlig a elementelor instalației de suprafață, variațiile masei și constantei elastice introduse de existența racordurilor speciale în componența garniturii de foraj, existența fluidului de foraj în mișcare vibratorie în vecinătatea materialului tubular, existența unor puternice amortizări în materialul elementelor sistemului IS-MT-S, existența frecărilor externe, interdependența dintre mișcările diferitelor elemente etc.

2. Analizînd echilibrul dinamic al elementelor modelelor mecanice propuse au fost elaborate modelele matematice generale ale mișcării vibratorii (ecuații diferențiale cu derivate parțiale de ordinul trei, neomogene). Prin rezolvarea analitică a ecuațiilor mișcării vibratorii, au fost obținute expresiile generale ale funcțiilor ce descriu stările de mișcare și eforturi ale elementelor modelului mecanic și, în aproximațiile acceptate, ale sistemului fizic IS-MT-S.

Bibliografie

[1] Bradbury, R. E. Jr., Wilhoit, J. C. Jr., *Effect of Tool Joints on Passages of Plane Longitudinal and Torsional Waves Along a Drill Pipe*. ASME Paper Nr. 62 – PET–32, presented at ASME meeting in Dallas, Texas, September 23–26, 1962.

[2] Buzdugan, Gh., Fetcu, L., Radeș, M. *Vibrațiile sistemelor mecanice*. Ed. Academiei R.S.R., București, 1975.

[3] Calotă, N. *Contribuții la cercetarea procesului de introducere a materialului tubular în sondă*. Teză de doctorat, I.P.G. Ploiești, 1982.

[4] Dimentberg, F. M., Satalov, K. T., Gusarov, A. A. *Kolebanija mașin*. Izdatelstvo Mașinostroenie, Moskva, 1964.

[5] Dumitrescu, Șt., Dumitrescu, I., Paiu, O. *Aplicații inginerești ale calculatoarelor cu exemple din industria petrolieră și petrochimică*. Ed. didactică și pedagogică, București.

[6] Livovski, L. *Bazele informaticii*. Ed. Albatros, București, 1979.

[7] Lubinski, A., Hsu, F. H., Nolte, K. G. *Transient pressure surges due to pipe movement in an oil well*. Revue de l'Institut Francais du Pétrole, Paris, Mai Juin, 1977.

[8] Macovei, N. *Mișcarea unui fluid binghamian la deplasarea axială relativă a doi cilindri coaxiali. Soluții posibile*. Studii și cercetări de mecanică aplicată, Ed. Academiei R.S.R., București, Tomul 38, nr. 6, 1979.

[9] Macovei, N. *Hidraulica forajului*. Ed. tehnică, București (sub tipar).

[10] Oroveanu, T. *Hidraulica și transportul produselor petroliere*. Ed. didactică și pedagogică, București, 1966.

[11] Panovko, Ja. G. *Osnovy prikladnoi teorij uprugih kolebanii*. Izdatelstvo Mașinostroenie, Moskva, 1967.

[12] Posea, N., Murgulescu, S. *Asupra amortizării vibrațiilor la oscilații după formele proprii*. Studii și cercetări de mecanică aplicată. Ed. Academiei R.S.R., București, Tomul 30, nr. 4., 1971.

[13] Posea, N. ș.a. *Calculul săgeților masturilor MA-320 și MA-200*. I.P.G. Ploiești, 1980.

[14] Preda, I. *Cercetarea oscilațiilor torsionale din sistemul de antrenare al instalațiilor de foraj*. Teză de doctorat, I.P.G. Ploiești, 1974.

[15] Shippy, D. J. *Wave Propagation in Finite Rods of Voigt Material*. Journal of applied mechanics, Seria E, New-York, nr. 3, 1976.

[16] Tolstov, G. P. *Serii Fourier*. Ed. tehnică, București, 1955.

[17] Vlad, I. *Sistemul de manevră al instalațiilor de foraj privit ca un sistem elastic cu mase discrete*. Buletinul I.P.G.G. București, vol. XIV, 1966.

Aspecte noi privind construirea unei curbe de variaţie a presiunii în lungul coloanei de extracţie la sondele eruptive

Şef lucr. dr. ing. V. Grigore
Institutul de petrol şi gaze Ploieşti

I. Introducere

După cum se cunoaşte, în industria extractivă de petrol există astăzi tendinţa de a exploata zăcăminte situate la adîncimi din ce în ce mai mari şi, de multe ori, în regiuni greu accesibile, cum sînt, spre exemplu, deşerturile sau zonele marine. Eforturile materiale şi umane destul de mari necesare pentru o astfel de exploatare pot fi rentabile numai dacă sondele produc cu un debit maxim, compatibil cu o bună alegere a regimului tehnologic de lucru, adică unde cea mai mare parte a energiei disponibile este utilizată în mod raţional la curgerea verticală. Pentru sondele eruptive adînci, în special cu indici mari de productivitate, partea de energie care se consumă pentru realizarea curgerii verticale a fluidelor produse la strat devine de importanţă majoră.

Cum însă producţia prin erupţie naturală încetează la un moment dat, ca poate fi susţinută prin erupţie artificială care, în mod normal, permite, de asemenea, obţinerea unor debite mari de lichid din zăcămintele de hidrocarburi situate la adîncime. Şi în cazul acestui sistem de extracţie cele mai mari pierderi de energie apar, de regulă, tot la curgerea verticală.

Deci uşurinţa de a analiza şi prevedea performanţele sondelor care produc în erupţie naturală sau artificială este determinată, într-o mare măsură, de posibilitatea de a dispune de curbe de variaţie a presiunii cu un grad de precizie cît mai ridicat, într-o curgere verticală bifazică.

Tocmai din acest motiv cercetătorii din industria de petrol au fost şi sînt preocupaţi de găsirea unor metode cît mai complete şi exacte pentru analiza şi evaluarea curgerii ţiţeiului, gazelor şi apei prin coloane de ţevi de extracţie. Capacitatea de a determina, cu exactitate, variaţia presiunii în lungul coloanelor de extracţie în condiţii cunoscute de lucru ar constitui un mijloc de evaluare a efectelor diametrului ţevilor de extracţie, a debitului de curgere şi al multor altor variabile în cazul erupţiei naturale şi ar fi folositoare mai ales în proiectarea parametrilor regimului de funcţionare şi a instalaţiilor respective pentru erupţia artificială. În cazul erupţiei artificiale ea ar permite obţinerea de informaţii asupra debitului de gaze, presiunii şi adîncimii punctului la care trebuie să se injecteze gazele comprimate, puterii minime consumate pentru ridicarea fluidelor din sondă, efectul debitului de lichid şi a diametrului ţevilor de extracţie asupra acestor parametri.

Teoriile care se ocupă cu studiul deplasări, amestecurilor bifazice în coloane verticale, publicate pînă în prezent, au dus la stabilirea unor metode corespunzătoare pentru calculul gradienţilor de presiune necesari la constituirea curbelor de variaţie a presiunii în lungul coloanelor de ţevi de extracţie, de la talpa sondei la capul de erupţie. Beneficiind astfel de un număr relativ mare de metode de calcul pentru determinarea gradienţilor de presiune, dintre care unele caracterizate printr-un grad destul de ridicat de exactitate, curbele de variaţie a presiunii, construite pe cale analitică, se vor apropia de curba reală, construită prin măsurători directe la sondă, şi astfel se va putea alege varianta cea mai bună pentru o proiectare corectă a regimului de funcţionare a sondelor eruptive şi a instalaţiilor aferente.

Trebuie menţionat însă că teoriile de care se dispune în momentul de faţă pentru evaluarea gradientului de presiune nu au un domeniu universal de aplicare şi, de aceea, pentru obţinerea unor rezultate bune, este necesar ca metoda folosită pentru determinarea acestui parametru să fie aleasă dintre acelea a căror fundamentare teoretică şi practică se apropie cît mai mult de condiţiile reale de lucru caracteristice sondei analizate.

Construirea curbei de variaţie a presiunii în lungul coloanei de ţevi de extracţie se face utilizînd o metodologie de lucru adecvată pe baza căreia s-a elaborat un model de calcul, care poate fi aplicat pentru orice metodă de determinare a gradientului de presiune, corespunzătoare uneia din teoriile dezvoltate în acest scop.

II. Model pentru construirea curbei de variaţie a presiunii în lungul coloanei de ţevi de extracţie

Pentru a construi curba de variaţie a presiunii în lungul coloanei de ţevi de extracţie cu ajutorul gradienţilor de presiune este necesar să se rezolve, pentru o gamă de presiuni arbitrar determinată, pornind de la o presiune cunoscută la ţiul sau extremitatea de sus a coloanei, ecuaţia gradientului de presiune aleasă în vederea soluţionării acestei probleme. În modelul prezentat se va folosi, pentru exemplificare, ecuaţia gradientului de presiune scrisă sub forma [4; 5]:

$$\frac{dp}{dh} = \rho_{am} g \left(1 + \frac{32 f m^2 Q_t^2}{g\pi^2 d^5 \rho_{am}^2}\right) \qquad (1)$$

sau:

$$\frac{dp}{dh} = \rho_{am} g + \frac{C}{\rho_{am} g} \qquad (2)$$

în care:

$$C = \frac{32 g f m^2 Q_t^2}{\pi^2 d_5} = 4{,}26 \cdot 10^{-9} \frac{f m^2 Q_t^2}{d^5} \qquad (3)$$

unde :

ρ_{ma} este densitatea amestecului bifazic într-un punct din coloana de țevi de extracție la presiunea p, kg/m³;

Q_t — debitul de țiței al sondei, m³/24 h;

m — masa unui metru cub de țiței mort, împreună cu gazele și cu apa care îl însoțesc, kg/m³ țiței mort;

f — factorul de frecare bifazic, adimensional;

d — diametrul interior al coloanei de țevi de extracție, m;

g — accelerația gravitațională, m/s².

Procedeul de construire a curbei de variație a presiunii este, în principiu, același, indiferent dacă se pornește de la șiul coloanei de extracție spre extremitatea ei superioară sau, invers, de la extremitatea de sus a coloanei spre șiul acesteia. De aceea, în cele ce urmează se va prezenta modelul de calcul pe baza căruia se construiește această curbă cînd se pornește de la șiu spre extremitatea de sus a coloanei de țevi de extracție.

Pentru rezolvarea ecuației gradientului de presiune și determinarea, în continuare, a elementelor necesare construirii curbei de variație a presiunii trebuie să se dispună de următoarele date :

- debitul de țiței proiectat a fi extras;
- debitul de apă produs de sondă sau procentul de impurități lichide;
- debitul de gaze sau rația gaze-țiței a sondei;
- densitatea țițeiului, a gazelor și a apei;
- adîncimea de fixare și diametrul coloanei de țevi de extracție;
- presiunea la șiul coloanei de țevi de extracție.

În calculele de proiectare, pentru un debit de țiței Q_t propus a fi extras, cunoscînd valoarea presiunii de strat p_s și indicele de productivitate I_p, se determină din relația

$$Q_t = I_p(p_s - p_f) \qquad (4)$$

valoarea presiunii dinamice de fund p_f, practic egală cu p_1, care corespunde presiunii la șiul coloanei de țevi de extracție.

Pentru determinarea valorilor factorului de volum pentru țiței și pentru gaze și rației de soluție se folosesc diagrame PVT sau corelațiile stabilite pentru evaluarea acestor parametri.

Rezolvarea ecuației gradientului de presiune se face după următorul procedeu.

a. Se calculează masa unui metru cub de țiței mort plus masa totală a gazelor și a apei care îl însoțesc :

$$m = \rho_t + \rho_g R_{gt} + \rho_a R_{at} \qquad (5)$$

unde :

ρ_t, ρ_g, ρ_a reprezintă densitatea țițeiului, respectiv a gazelor și a apei în condiții standard (p_0, T_0), kg/m³;

R_{gt} — rația totală gaze-țiței a sondei, m³N/m³;

R_{at} — rația apă-țiței a sondei, m³/m³.

b. Se calculează valoarea produsului $\rho_{am} w_{am} d$ cu care este corelată funcția factorului de frecare :

$$\rho_{am} w_{am} d = 1{,}4737 \cdot 10^{-5} \frac{m Q_t}{d}. \qquad (6)$$

c. Se determină valoarea factorului de frecare f din diagrama $f = f(\rho_{am} w_{am} d, R_{gl})$, utilizînd curba de corelare corespunzătoare rației gaze-lichid cu care se lucrează (fig. 1).

d. Se calculează valoarea constantei C din relația (3).

e. Se stabilesc punctele de presiune în care se vor calcula valorile gradienților de presiune. Pentru aceasta se consideră o serie de intervale

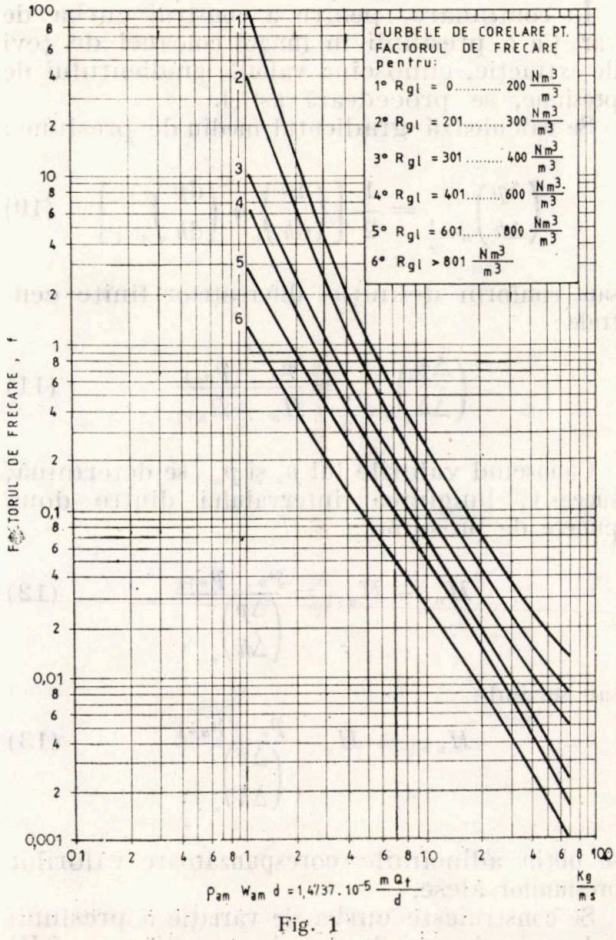


Fig. 1

de căderi de presiune Δp constante, pornind de la presiunea cunoscută la șiul coloanei de extracție spre extremitatea ei superioară și se determină succesiv valorile presiunilor în care trebuie să se calculeze gradienții de presiune.

f. Se determină, în punctele de presiune stabilite, valorile factorilor de volum pentru țiței b_t și pentru gaze b_g și ale rației de soluție r_s și, avînd cunoscute rația apă-țiței R_{at} și factorul de volum pentru apă $b_a \simeq 1$, se calculează volumul unui metru cub de țiței mort plus apa și gazele care îl însoțesc v_{am}, pentru fiecare punct considerat :

$$v_{am} = b_t + b_g(R_{gt} - r_s) + b_a R_{at}. \qquad (7)$$

De asemenea, valoarea lui v_{am} se mai poate calcula cu relația :

$$v_{am} = u + b_a R_{at} \tag{8}$$

unde factorul de volum bifazic u se determină dintr-o nomogramă de tip Standing.

g. Se calculează densitatea unui metru cub de amestec bifazic ρ_{am}, în fiecare punct de presiune considerat :

$$\rho_{am} = \frac{m}{v_{am}} \cdot \tag{9}$$

h. Avînd determinate valorile lui ρ_{am} și C se calculează, cu relația (2), gradientul de presiune în punctele considerate.

În continuare, pentru a construi curba de variație a presiunii în lungul coloanei de țevi de extracție, cunoscînd valorile gradientului de presiune, se procedează astfel.

Se calculează gradientul mediu de presiune :

$$\left(\frac{\Delta p}{\Delta h}\right)_{n+\frac{1}{2}} = \frac{1}{2}\left[\left(\frac{dp}{dh}\right)_n + \left(\frac{dp}{dh}\right)_{n+1}\right] \tag{10}$$

sau, conform definiției diferențelor finite centrale :

$$\left(\frac{\Delta p}{\Delta h}\right)_{n+\frac{1}{2}} = \frac{p_n - p_{n+1}}{H_n - H_{n+1}} \tag{11}$$

Cunoscînd valorile lui p_n și p_{n+1} se determină, succesiv, lungimea intervalului dintre două puncte de presiune :

$$H_n - H_{n+1} = \frac{p_n - p_{n+1}}{\left(\frac{\Delta p}{\Delta h}\right)_{n+\frac{1}{2}}} \tag{12}$$

sau scriind :

$$H_{n+1} = H_n - \frac{p_n - p_{n+1}}{\left(\frac{\Delta p}{\Delta h}\right)_{n+\frac{1}{2}}} \tag{13}$$

se obțin adîncimile corespunzătoare valorilor presiunilor alese.

Se construiește curba de variație a presiunii în lungul coloanei de țevi de extracție $p = f(H)$ (fig. 2) *).

Reprezentarea grafică a curbei poate să ofere două situații distincte și anume :

● curba de variație a presiunii intersectează axa absciselor, ceea ce înseamnă că sonda poate să funcționeze în erupție naturală, deoarece energia fluidelor produse de strat permite ascensiunea acestora pînă la suprafață, unde ajung cu o presiune corespunzătoare punctului de intersecție (curba 1);

*) Curbele respective sînt construite pe baza unui exemplu rezolvat numeric care, din economie de spațiu, nu este prezentat.

● curba de variație a presiunii intersectează axa ordonatelor, ceea ce înseamnă că energia fluidelor din sondă nu permite ascensiunea acestora pînă la suprafață, deci sonda nu poate produce prin erupție naturală. În acest caz

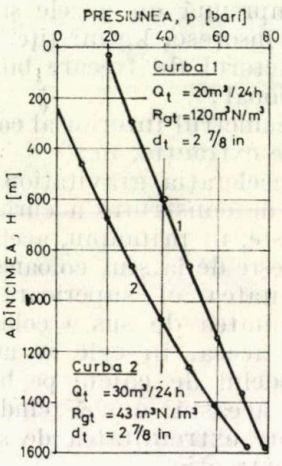


Fig. 2

sonda va produce în erupție artificială prin completarea energiei proprii cu o energie suplimentară de la suprafață, respectiv cu gaze comprimate (curba 2).

Dacă curba de variație a presiunii intersectează axa ordonatelor foarte aproape de punctul de zero metri, se poate întîmpla ca prin schimbarea diametrului coloanei de țevi de extracție curba să intersecteze axa absciselor. În general, pentru debite mici de lichid vitezele de curgere sînt mai mari în cazul folosirii unor coloane de extracție de diametru mic, astfel încît efectul gravitațional este redus și lichidul poate fi ridicat la suprafață. Apare astfel posibilitatea ca, pentru presiuni de fund și debite de lichid mici, perioada eruptivă să fie prelungită printr-o micșorare a diametrului coloanei de țevi de extracție [2].

Folosind același model și aceleași date inițiale de calcul, se poate construi curba de variație a presiunii de sus în jos, pornind de data aceasta de la o presiune cunoscută la extremitatea de sus a coloanei de extracție.

Pe baza modelului de calcul prezentat se pot construi seturi de diagrame de curbe de variație a presiunii pentru un domeniu larg de valori a următorilor parametri : debitul de lichid, rația gaze-lichid, diametrul coloanei de țevi de extracție. Aceste curbe sînt utilizate în calculul de proiectare a regimului de funcționare al sondelor în erupție naturală și artificială.

În general, aceste diagrame se construiesc pentru o presiune $p_2 = 0$ și conțin și curbe pentru $R_{gl} = 0$, adică pentru cazul curgerii prin coloana de țevi de extracție numai a fazei lichide.

Admițînd o variație liniară, construcția acestei curbe impune determinarea presiunii la șiul

coloanei de extracție p_1. Dacă se consideră curgerea stabilizată, adică debitul de lichid produs de strat egal cu debitul de lichid care părăsește coloana de extracție la suprafață, iar șiul coloanei fixat la nivelul perforaturilor, se poate scrie :

$$p_1 = \rho_l g H_t + p_{fr} + p_2 \qquad (14)$$

unde :

H_t este adîncimea de fixare a coloanei de țevi de extracție, m ;
ρ_l — densitatea lichidului, kg/m^3 ;
p_{fr} — pierderile de presiune prin frecări, N/m^2 ;
p_2 — presiunea la extremitatea de sus a coloanei de țevi de extracție, N/m^2.

Întrucît în coloana de țevi de extracție are loc curgerea unei singure faze, faza lichidă, valoarea lui p_{fr} din ecuația (14) poate fi determinată prin aplicarea relației clasice din hidrodinamică :

$$p_{fr} = \lambda \frac{H_t}{d} \cdot \frac{w^2}{2g} \rho_l \qquad (15)$$

unde :

w este viteza de deplasare a lichidului, m/s ;
d — diametrul interior al coloanei de țevi de extracție, m ;
λ — factorul de frecare care depinde de regimul de curgere al lichidului prin coloana de țevi de extracție.

Pentru valorile $R_e < 2320$, $\lambda = \frac{64}{R_e}$, iar pentru valorile $R_e > 2320$, $\lambda = \frac{0{,}3164}{\sqrt[4]{R_e}}$.

III. Inflexiunea curburii curbei de variație a presiunii

Un aspect important în legătură cu gradienții de presiune calculați este acela al apariției inflexiunii curburii curbelor de variație a presiunii în zona lor superioară unde, în anumite condiții, acestea își schimbă sensul concavității.

La început această comportare s-a considerat ca fiind o anomalie a cărei cauză se datorește inexactității metodelor de calcul a gradienților de presiune. Cercetările efectuate ulterior au arătat însă că la rații gaze-lichid mari este de așteptat să apară înflexiunea curburii datorită valorilor crescute ale gradientului de presiune în domeniul densităților mici ale amestecului bifazic, aproape de suprafață. Acest lucru se poate explica prin aceea că la curgerea sub formă de ceață pe peretele coloanei de extracție apare un film de lichid ondulat care opune o rezistență destul de mare la deplasarea amestecului bifazic caracteristic acestui regim de curgere (gaze cu suspensii foarte fine de lichid). Pe măsură ce înălțimea ondulațiilor filmului de lichid crește, aria reală prin care se desfășoară curgerea se micșorează. În felul acesta cresc foarte mult pierderile de energie prin frecare și dacă ținem seama că ne situăm în domeniu unor viteze mari de curgere, proprii acestui regim, crește și energia cinetică a fluidelor și, odată cu aceasta, valoarea gradientului de presiune. Totuși, inflexiunea curburii pare a fi nu numai o funcție a rației gaze-lichid dar și a debitului de curgere, a presiunii și a diametrului coloanei de țevi de extracție.

Măsurătorile executate la sondele eruptive din șantier au pus și ele în evidență faptul că această inflexiune a curburii există. G. Fancher și K. Brown [3] și, de asemenea, A. Hagedorn și K. Brown [6] menționează măsurători de presiune efectuate în coloana de țevi ale sondelor de extracție a țițeiului unde inflexiunea curburii a avut loc. De regulă, aceasta s-a produs la rații mari gaze-lichid și densități mici ale amestecului bifazic. P. Baxendell și R. Thomas [1] remarcă însă că această comportare s-a observat uneori și în cazul curbelor de variație a presiunii înregistrate la debite relativ mari de curgere, atît pentru coloane de țevi de extracție de $2^{7/8}$ in, cît și pentru coloane de $3^{1/2}$ in.

În general, se poate afirma că atunci cînd debitul de lichid scade și rația gaze-lichid crește, în special în domeniul presiunilor mici, are loc o inflexiune a curburii. Fenomenul este cu atît mai accentuat cu cît rația gaze-lichid este mai mare și diametrul coloanei de țevi de extracție mai mic. Pentru diametre ale coloanei de extracție și presiuni la suprafață mai mari se constată o atenuare a acestui fenomen.

În cele ce urmează se propune un procedeu pentru eliminarea inflexiunii curburii care poate fi aplicat pentru toate situațiile în care această comportare este posibil să apară. Dacă curba de variație a presiunii pornește de sus, de la o presiune foarte mică (apropiată de cea atmosferică) și de la cota zero metri, inevitabil ea pornește din domeniul unor densități foarte mici ale amestecului bifazic, în special pentru rații gaze-lichid mari, deoarece în această situație gazele se destind destul de mult. În aceste condiții gradienții de presiune calculați vor avea valori mari la partea superioară a coloanei de țevi de extracție și vor descreste odată cu creșterea presiunii pînă cînd, la un moment dat, pentru o anumită presiune, se va obține o valoare minimă a gradientului de presiune. Pe acest interval, în care are loc inflexiunea curburii, se recomandă să se lucreze cu creșteri mici de presiune (de exemplu 2... ... 5 bari). Cu fiecare creștere de presiune sînt acumulate intervale corespunzătoare necesare construirii curbei de variație a presiunii. În momentul în care gradientul minim este atins, acest gradient se admite că există de la presiunea

la care s-a întîlnit pînă la presiunea de la care s-a pornit la partea superioară a coloanei de țevi de extracție. Cu acest gradient se va calcula distanța pe care are loc căderea de presiune respectivă.

De exemplu, dacă valoarea gradientului minim s-a găsit a fi 0,02 bari/m în punctul de presiune $p = 15$ bari, iar presiunea de la care s-a pornit la partea superioară a coloanei de țevi de extracție este $p_2 = 5$ bari, atunci este de presupus că distanța pe care are loc căderea de presiune de 10 bari, respectiv adîncimea la care se întîlnește gradientul minim de presiune, este

$$\frac{10 \text{ bari}}{0{,}02 \text{ bari/m}} = 500 \text{ m, jos în coloană.}$$

De la adîncimea la care s-a întîlnit gradientul minim de presiune, valoarea gradienților de presiune începe să crească, cum este și firesc, datorită creșterii densității amestecului bifazic odată cu presiunea. Curba de variație a presiunii se va construi de la această adîncime, folosind valorile acestor gradienți.

În felul acesta se obține o curbă de variație a presiunii cu inflexiunea eliminată, fapt ce se apropie de situația normală, avînd în vedere că, exceptînd condițiile menționate, la majoritatea sondelor eruptive inflexiunea curburii nu are loc.

Figurile 3 și 4 prezintă, prin comparație, curbele de variație a presiunii construite cu inflexiunea inclusă și cu cea eliminată. Se

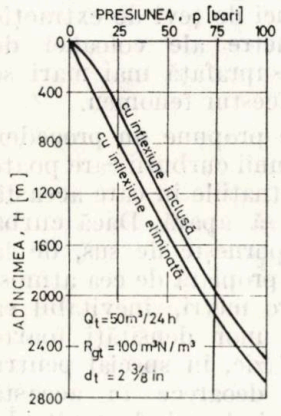


Fig. 3

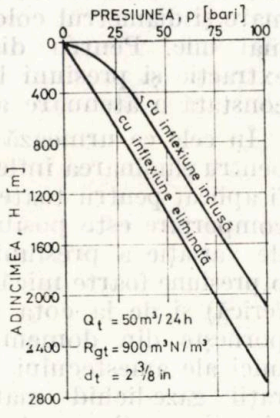


Fig. 4

remarcă faptul că pentru același debit de lichid și același diametru al coloanei țevilor de extracție inflexiunea este mai pronunțată la rații gaze-lichid mari.

IV. Programul de calcul

Construirea curbelor de variație a presiunii în lungul coloanei de țevi de extracție cu ajutorul gradienților de presiune se pretează foarte ușor la calculul cu calculatoarele electronice. De aceea, pe baza modelului elaborat, a fost întocmit un program de calcul în limbaj FORTRAN, care permite construirea curbelor de variație a presiunii pentru un domeniu larg de variație a parametrilor de lucru utilizați.

Programul cuprinde ca date de intrare:

NSONDE — numărul de sonde analizate;
A0, A1, A2 — coeficienții curbelor de corelare pentru determinarea factorului de frecare;
NPR — numărul de puncte de presiune pentru care se dau datele PVT;
PR, R, BT, BG — presiunea și respectiv valorile corespunzătoare ale rației de soluție, factorului de volum pentru țiței și pentru gaze, determinate din diagr ma PVT (pentru fiecare sondă) sau din corelațiile stabilite pentru evaluarea acestor parametri;
QT — debitul de țiței al sondei, $m^3/24$ h;
QG — debitul de gaze, $m^3/24$ h;
QA — debitul de apă, $m^3/24$ h;
HT — adîncimea de fixare a coloanei de țevi de extracție la șiu, m;
D — diametrul coloanei țevilor de extracție, m;
DT — densitatea țițeiului, kg/m^3;
DG — densitatea gazelor, kg/m^3;
DA — densitatea apei, kg/m^3;
P1 — presiunea la șiul coloanei de țevi de extracție, bari;
DP — treapta de presiune, bari;
PGURA — presiunea la gura sondei, bari;
DRG — densitatea relativă a gazelor.

Descrierea programului

Programul folosește pentru calculul variației de presiune în lungul coloanei de țevi de extracție. În principiu, calculul se face în cadrul unui ciclu în care presiunea, care are valoarea inițială egală cu cea de la șiul coloanei sau de la gura sondei, crește la fiecare pas cu o valoare constantă; pasul de presiune ales este, de exemplu, de 5 bari. Pentru fiecare punct de presiune ales în lungul coloanei de extracție se calculează gradientul de presiune, iar pentru două puncte consecutive, considerînd variația gradientului de presiune ca fiind liniară, se determină gradientul mediu de presiune.

Corespunzător gradientului mediu se calculează, la fiecare pas al ciclului, valoarea adîncimii punctului considerat. În felul acesta se obține corespondența presiune-adîncime de-a lungul coloanei de țevi de extracție.

Calculul gradientului de presiune și a perechilor de puncte presiune-adîncime, necesare construirii curbei de variație a presiunii, se poate face în două moduri:

- se pleacă de la presiunea la șiu, cunoscută, și se determină variația presiunii în lungul coloanei de țevi de extracție și, în final, presiunea la gura sondei;

• se impune presiunea la gura sondei, care este cunoscută, și, din aproape în aproape, se estimează presiunea la șiul coloanei de extracție.

Programul conține, de asemenea, instrucțiuni pentru eliminarea inflexiunii curburii curbelor de variație a presiunii cînd această comportare apare.

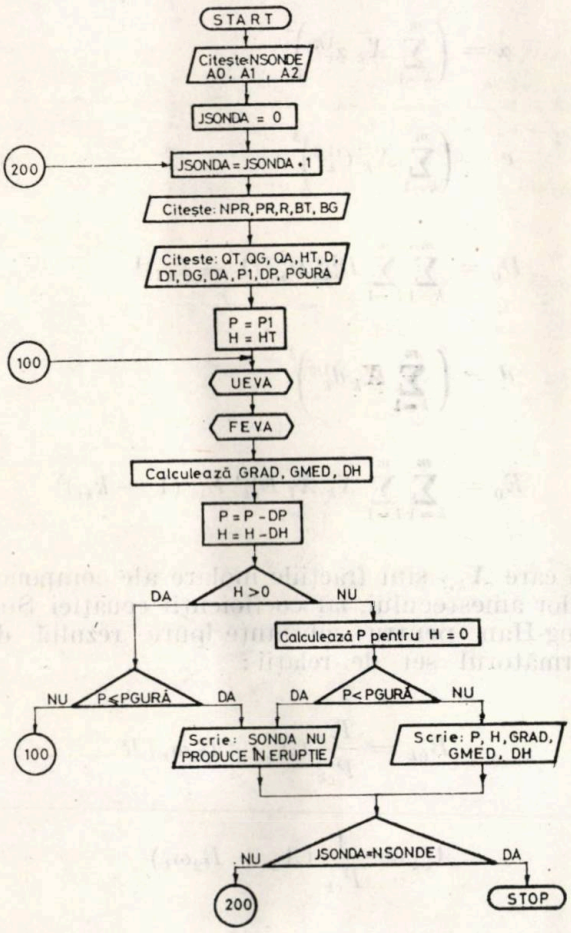


Fig. 5

Pentru calculele care se efectuează, programul folosește următoarele subprograme :

UEVA — apelată pentru evaluarea parametrilor PVT prin interpolare liniară pentru o presiune dată ;

FEVA — folosește pentru calculul factorului de frecare f.

Programul listează :

P — presiunea la punctul de calcul, bari ;

H — adîncimea corespunzătoare punctului P, m ;

DAM — densitatea amestecului bifazic corespunzător presiunii punctului de calcul, kg/m^3 ;

GRAD — gradientul de presiune la punctul de calcul, bari/m ;

GMED — gradientul mediu de presiune, bari/m ;

DH — lungimea intervalului între două puncte consecutive de presiune, m.

Schema logică a programului de calcul este prezentată în figura 5.

Concluzii

În lucrare au fost abordate unele aspecte caracteristice ascensiunii amestecurilor bifazice în coloane de țevi de extracție, a căror clarificare și rezolvare se referă la :

a—prezentarea unui algoritm de construire a curbei de variație a presiunii în lungul coloanei de țevi de extracție la sondele eruptive, precum și schema logică de executare la calculatorul electronic ;

b—prezentarea unei metode de eliminare a inflexiunii curburii curbei de variație a presiunii, care poate fi utilizată în toate cazurile în care această comportare este posibil să apară.

Bibliografie

[1] Baxendell, P. B., Thomas, R. *The calculation of pressure gradients in high-rate flowing wells.* Journal of Petroleum Technology, October, 1961.

[2] Brown, K. E. *Gas lift theory and practice.* Including a review of petroleum engineering fundamentals, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliff, New Jersey, U.S.A., 1967.

[3] Fancher, G. H., Jr., Brown, K. E. *Predication of pressure gradints for multiphase flow in tubing.* Society of Petroleum Engineering Journal, March, 1963.

[4] Grigore, V. *Cercetări privind optimizarea regimului tehnologic de extracție a țițeiului prin erupție artificială.* Teză de doctorat, Ploiești, 1977.

[5] Grigore, V. *Metodă de calcul pentru determinarea gradientului de presiune la curgerea amestecurilor bifazice în coloana țevilor de extracție a sondelor eruptive.* Mine, Petrol și Gaze, nr. 10, 1982.

[6] Hagedon, A. R., Brown, K. E. *Experimental study of pressure gradients occurring during continuous two-phase flow in small-diameter vertical conduits.* Journal of Petroleum Technology, April, 1965.

[7] Popa, C. *Programare în FORTRAN și metode numerice cu aplicații în foraj-extracție.* I.P.G. Ploiești, 1978.

[8] Popescu, C. *Extracția țițeiului prin erupție artificială.* Ed. tehnică, București, 1977.

Ecuații de stare în ingineria zăcămintelor de gaze (III)

Ing. F. E. Olteăn, chim. L. M. Henţe, ing. M. Petre şi tehn. F. Dumitrescu

IV. Calculul factorului de compresibilitate din ecuaţia de stare Starling—Han pentru gaze naturale tipice

În continuarea materialelor publicate, vom expune programul de calcul al factorului de compresibilitate din ecuaţia Starling-Han pentru gaze naturale tipice, respectiv gaze naturale constituite în cvasiexclusivitate din hidrocarburi, proporţia metanului fiind de minimum 75% volum. Programul este redactat în limbajul FORTRAN IV şi poate fi inclus ca subrutină în programe de calcul a rezervelor de gaze.

Ecuaţia Starling-Han constituie o variantă îmbunătăţită a ecuaţiei BWR, conţinînd 11 constante numerice obţinute din date experimentale prin regresie multiliniară, faţă de cele 8 constante ale ecuaţiei BWR, acoperind astfel un domeniu mai larg de temperaturi şi presiuni faţă de ecuaţia originală BWR [10]. Ecuaţia Starling-Han are forma :

$$P = RT\rho + \left(B_0RT - A_0 - \frac{C_0}{T^2} - \frac{D_0}{T^3} - \frac{F_0}{T^4}\right)\rho^2 + \left(bRT - a - \frac{d}{T}\right)\rho^3 + \alpha\left(a + \frac{d}{T}\right)\rho^6 + \rho^3\frac{c}{T^2}(1 + \gamma\rho^2)\,exp(-\gamma\rho^2) \qquad (13')$$

şi poate fi exprimată formal în modul (6').

Pentru aplicarea ecuaţiei (13') la amestecuri de gaze, respectiv la gaze naturale tipice, coeficienţii ecuaţiei se calculează cu relaţiile :

$$B_0 = \sum_{k=1}^{m} X_k B_{ok}$$

$$A_0 = \sum_{k=1}^{m}\sum_{l=1}^{m} X_k X_l A_{ok}^{1/2} A_{ol}^{1/2}(1 - k_{kl})$$

$$C_0 = \sum_{k=1}^{m}\sum_{l=1}^{m} X_k X_l C_{ok}^{1/2} C_{ol}^{1/2}(1 - k_{kl})^3$$

$$\gamma = \left(\sum_{k=1}^{m} X_k \gamma_k^{1/2}\right)^2$$

$$b = \left(\sum_{k=1}^{m} X_k a_k^{1/3}\right)^3$$

$$a = \left(\sum_{k=1}^{m} X_k a_k^{1/3}\right)^3 \qquad (10'')$$

$$\alpha = \left(\sum_{k=1}^{m} X_k \alpha_k^{1/3}\right)^3$$

$$c = \left(\sum_{k=1}^{m} X_k C_k^{1/3}\right)^3$$

$$D_0 = \sum_{k=1}^{m}\sum_{l=1}^{m} D_{ok}^{1/2} D_{ol}^{1/2}(1 - k_{kl})^4$$

$$d = \left(\sum_{k=1}^{m} X_k d_k^{1/3}\right)^3$$

$$E_0 = \sum_{k=1}^{m}\sum_{l=1}^{m} X_k X_l E_{ok}^{1/2} E_{ol}^{1/2}(1 - k_{kl})^5$$

în care $X_{k,l}$ sînt fracţiile molare ale componenţilor amestecului, iar coeficienţii ecuaţiei Starling-Han pentru substanţe pure rezultă din următorul set de relaţii :

$$B_{0k} = \frac{T_{ck}}{P_{ck}}(A_1 + B_1\omega_k)R$$

$$A_{0k} = \frac{1}{P_{ck}}(A_2 + B_2\omega_k)$$

$$C_{0k} = \frac{1}{P_{ck}^2 T_{ck}}(A_3 + B_3\omega_k)R$$

$$k = \frac{T_{ck}^2}{P_{ck}^2}(A_4 + B_4\omega_k)R^2$$

$$b_k = \frac{T_{ck}^2}{P_{ck}^2}(A_5 + B_5\omega_k)R^2$$

$$a_k = \frac{T_{ck}^3}{P_{ck}^2}(A_6 + B_6\omega_k)R^3$$

$$k = \frac{T_{ck}^3}{P_{ck}^3}(A_7 + B_7\omega_k)R^3$$

$$c_k = \frac{T_{ck}^6}{P_{ck}^3}(A_8 + B_8\omega_k)R^4$$

$$D_{ck} = \frac{T_{ck}^5}{P_{ck}} (A_9 + B_9\omega_k) R^2$$

$$d_k = \frac{T_{ck}^4}{P_{ck}^2} (A_{10} + B_{10}\omega_k) R^3$$

$$E_{ck} = \frac{T_{ck}^6}{P_{ck}} [A_{11} + B_{11}\omega_k \, exp(-38\omega_k)] R^2 \tag{14}$$

În relaţiile (14), ω_k reprezintă factorul acentric pentru componentul k; T_{ck} şi P_{ck} sînt parametrii critici, iar A_i şi B_i $i = 1 \ldots 11$ sînt constante numerice generalizate.

Coeficienţii k_{kl} din relaţiile (10″) evaluează interacţiunile binare dintre componenţii amestecului şi se pot calcula pentru hidrocarburile din gazele naturale tipice din parametrii critici individuali [5] :

$$k_{kl} = 1 - 8 \left[\frac{\sqrt{V_{ck}^{1/3} \cdot V_{cl}^{1/3}}}{V_{ck}^{1/3} + V_{cl}^{1/3}} \right]^3 \tag{15}$$

unde :

$$V_{ck} = RT_{ck}/P_{ck} \tag{16}$$

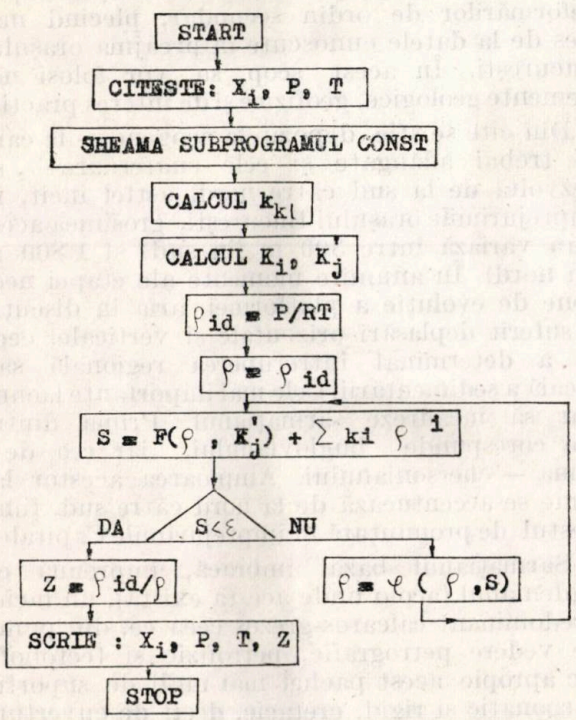


Fig. 7. Schema logică a programului CCPZ.

Se constată, cu uşurinţă, că ecuaţia BWR constituie un caz particular de ecuaţie Starling-Han şi implicit programul de calcul expus în continuare poate fi uşor adaptat pentru determinarea factorului de compresibilitate din ecuaţia BWR.

Schema logică a programului de calcul a factorului de compresibilitate pentru gaze naturale tipice din ecuaţia Starling-Han, intitulat CCPZ, este prezentată în figura 7. Subprogramul CONST include parametrii critici şi factorii acentrici pentru 21 de componenţi uzuali ai gazelor naturale tipice, constantele ecuaţiei Starling-Han sau BWR, constanta universală a gazelor R şi gradul de precizie al rezultatului ε.

Funcţia de convergenţă φ este cea rezultată din metoda Newton-Raphson, iar pentru siguranţă reluarea este programată să fie abandonată dacă o valoare τ nu este găsită după 50 de iteraţii.

Concluzii

Evaluarea factorului de compresibilitate pentru gaze naturale din corelaţii grafice şi tabelare clasice nu mai corespunde exigenţelor actuale ale ingineriei de zăcămînt deoarece nu permite determinarea rezervelor şi proiectarea exploatării zăcămintelor cu ajutorul tehnicii de calcul moderne.

Pentru gaze naturale tipice problema evaluării factorului de compresibilitate din ecuaţii de stare a fost integral rezolvată, recurgîndu-se la ecuaţiile Starling-Han şi BWR. În privinţa gazelor naturale netipice, carbonice şi azotoase, am prezentat rezultatele unor cercetări preliminare referitoare la un caz concret, rezultate ce necesită încă unele corecţii din date experimentale, pentru amestecuri binare.

Utilizarea ecuaţiilor de stare pentru calculul factorului de compresibilitate, atît pentru gazele naturale tipice, cît şi pentru cele netipice, conduce la o eficienţă sporită în activitatea de elaborare a studiilor în ingineria de zăcămînt, pe de o parte prin creşterea gradului de precizie a rezultatelor, scurtarea timpului afectat calculului şi prin evitarea determinărilor experimentale PVT îndelungate şi laborioase, pe de altă parte.

Bibliografie

[1] Brown, G. G. et al. *Natural Gasoline and the Volatile Hydrocarbons.* N.G.A.A., Tulsa, Okla, 1948.

[2] Standing, M. B., Katz, D. L. *Density of Natural Gases.* Trans. A.I.M.E., 146 : 140, 1942.

[3] Bednar, V., Bednar, H. *Chimie fizică generală.* Ed. didactică şi pedagogică, Bucureşti, 1978.

[4] Redlich, O., Kwong, J. N. S. Chem. Rev., 233, 1949.

[5] Prausnitz, J. M., Chneh, L. P. *Computer Calculation for High Pressure Vapor-Lignid Egnilibria.* Prentice Hall, Englewood Cliffs, N.J., 1969.

[6] Benedict, M., Webb, G. B., Rubin, L. C. Chem. Eng. Progr., 47, 449, 1951.

[7] Cooper, H. W., Goldfrank, J. C. Hydroc. Proc., 11.152, 1972.

[8] Keyes, F. G., Burks, H. G. *Ecuations of State for Binary Mixtures of Methane and Nitrogen.* J. Am. Chem. Soc., 50, 1100, 1928.

[9] Reamer, H. H. et al. *Methane-Carbon Dioxide System in the Gaseons Region.* Ind. Eng. Chem., 36 : 88, 1944.

[10] Starling, K. E., Han, M. S. Hydroc. Proc., 6, 107, 1972.

Efecte structogenetice de ordin secundar în preajma oraşului Bucureşti şi implicaţiile lor în activitatea de prospecţiune şi explorare pentru hidrocarburi

Dr. geol. **D. Paraschiv**
I.C.P.P.G. Cîmpina

Lucrările de prospecţiune şi explorare pentru hidrocarburi din Platforma Moesică au ajuns într-un stadiu înaintat, mai ales în cazul depozitelor neogene situate, de regulă, sub aspectul posibilităţilor de a fi traversate cu foraje, la adîncimi curente. Ca urmare, în perioada care s-a scurs de la începutul cercetărilor sistematice a Cîmpiei române şi pînă în prezent, au fost evidenţiate şi testate structurile majore, derivînd din acţiunea factorilor structogenetici de prim ordin. Este vorba de numeroasele trepte ale gigantului homoclin, determinate de fracturi regionale, în a căror orientare predomină tendinţa est-vest. Aceste accidente s-au format sub influenţa procesului de subîmpingere a platformei, pe direcţie nordică, proces asociat cu afundarea marginei Vorlandului şi cu reluarea sedimentării, în regim hipersubsident, începînd din sarmaţian, local chiar din badenian. Totodată s-au evidenţiat, mai mult sau mai puţin ocazional, o serie de capcane combinate (subtile), cu pregnante nuanţe litologo-stratigrafice, paleogeomorfice şi, chiar, diagenetice.

Pînă nu de mult se considera că viitorul economic al neogenului din Platforma Moesică mai este asociat doar cu existenţa unor blocuri tectonice, din ce în ce mai reduse ca dimensiune, şi de posibilitatea evidenţierii, pe baze sistematice, a unor capcane foarte „subtile". Recentele studii stratigrafice [5] şi structurale [4], însă, au ajuns la concluzia că secvenţa sedimentară a neogenului este implicată şi în alte tipuri de deformări ale stratelor, efect al factorilor structogenetici secundari: mişcările oscilatorii, procesele de alunecare gravitaţională, compactarea diferenţială etc. Astfel de deformări, sesizate iniţial în sectorul nord-estic al platformei [2], iar recent [6] în vecinătatea oraşului Bucureşti, apar mai frecvente în secvenţa post-sarmaţiană, la nivelul meoţianului, ponţianului şi a dacianului.

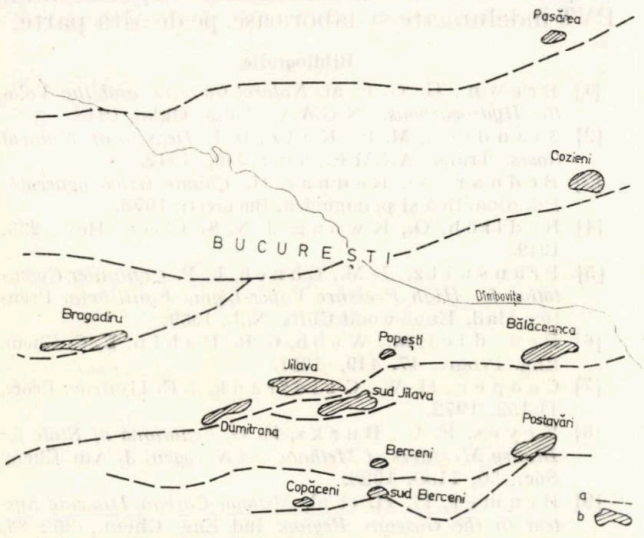


Fig. 1. Poziţia unor zăcăminte de ţiţei şi gaze din împrejurimile oraşului Bucureşti:
a — falii; *b* — zăcăminte de hidrocarburi.

Dacă structurile (ondulaţiile) tinere evidenţiate în zona din faţa curburii Carpaţilor au fost puse, iniţial, pe seama ecoului mişcărilor de cutare care au afectat flancul intern al avanfosei, iar mai recent — interpretate ca efecte ale unor procese de „sliding", deformările din jurul Capitalei au fost asociate dizarmoniei dintre sarmaţian şi termenii mai noi [6]. Articolul de faţă îşi propune să reia discuţia asupra deformărilor de ordin secundar, plecînd mai ales de la datele cunoscute în preajma oraşului Bucureşti. În acest scop se vor folosi noi elemente geologice, geofizice şi de interes practic.

Din cîte se ştie, depozitele neogene — la care ar trebui adăugate şi cele cuaternare — , se dezvoltă de la sud către nord, astfel încît, în împrejurimile oraşului Bucureşti, grosimea acestora variază între 300 m (în sud) şi 1 800 m (în nord). În anumite momente ale etapei neogene de evoluţie a platformei, aria în discuţie a suferit deplasări orizontale şi verticale, ceea ce a determinat întreruperea regională sau locală a sedimentării. Cele mai importante lacune par să încadreze sarmaţianul. Prima dintre ele corespunde buglovianului, iar cea de-a doua — chersonianului. Amploarea acestor lacune se accentuează de la nord către sud, fiind destul de pronunţată în împrejurimile Capitalei.

Sarmaţianul bazal îmbracă, împreună cu badenianul (acolo unde acesta există), un facies predominant calcaros-grezos ceea ce, din punct de vedere petrografic, petrofizic şi tectonofizic apropie acest pachet mai mult de suportul carbonatic şi rigid, cretacic, decît de cuvertura sa terigenă. Sarmaţianul terminal de deasupra, împreună cu meoţianul şi ponţialul, formează o entitate litofacială (Formaţiunea de Urziceni) cu pronunţat caracter pelitic ceea ce, în anumite condiţii de temperatură, presiune şi umiditate, îi conferă proprietăţi plastice. Secvenţa neogenă se încheie cu o altă entitate litofacială, predominant arenitică, Formaţiunea de Ianca.

Studiile de detaliu, efectuate recent [6], au arătat că în cea mai mare parte a zonei Bucureşti, lacuna dintre sarmaţian şi meoţian corespunde, în acelaşi timp, şi unei dizarmonii structurale. Această dizarmonie îmbracă două aspecte: primul constă în diferenţa de stil tectonic, în sensul că deformaţiile sarmaţianului sînt de tip ruptural, în timp ce pliocenul este implicat într-o serie de elemente ondulatorii; al doilea aspect constă în decalajul pe orizontală al celor două genuri de distorsionări. Deşi în majoritatea cazurilor acestea se dezvoltă paralel (sugerînd, pînă la un anumit punct, o origine comună), elementele ondulatorii se întîlnesc, întotdeauna, la nord de accidentele rupturale.

Dintr-un număr de 11 structuri examinate în împrejurimile oraşului Bucureşti, numai două (Bălăceanca şi Buturugeni) nu prezintă dizarmonii între sarmaţian şi pliocen. La celelalte elemente structurale şi anume: Pasărea, Bragadiru (vest), Popeşti, Jilava, Jilava-Dumitrana, Postăvari, parţial Cozieni şi Berceni (fig. 1), diferenţa de stil tectonic şi de poziţie apare pregnantă. Spre exemplificare, în figura 2, sînt redate modelele structurilor Pasărea şi Jilava-Dumitrana, comparativ, la nivelul sarmaţianului bazal şi la limita dacian/ponţian.

La nivelul sarmaţianului, structura Jilava-Dumitrana (fig. 2*A*) îmbracă forma unui monoclin faliat, elementul caracteristic constituindu-l accidentul ruptural cu acelaşi nume care îndeplineşte şi funcţia de ecran pentru hidrocarburile localizate în miocen. În dreptul limitei dacian-ponţian, deci la o distanţă (pe verticală) de numai 200 m de reperul sarmaţian modelul structural se înfăţişează ca o boltire, paralelă faliei Jilava şi cu o închidere de circa 40 m. Decalajul pe orizontală între falia Jilava şi axul boltirii pliocene este de 400—800 m. În afara boltirii principale, mai apar o serie de elemente ondulatorii, în partea de vest a regiunii. Şi aceste deformări secundare se supun aceleiaşi tendinţe, est-vest, ca şi accidentul ruptural.

La Pasărea (fig. 2*B*), structura sarmaţianului este controlată de existenţa unei falii regionale (20—30 km lungime), a cărui pas poate depăşi 200 m. La nord de acest accident izobatele desenează un uşor pinten structural, dirijat NNV—SSE. În dreptul limitei dacian/ponţian, ca şi la un reper din meoţian, izobatele au direcţie nord-sud şi descriu o boltă, cu închiderea de circa 40 m. Şi aici, boltirea este localizată la nord de accidentul ruptural, la o distanţă de aproape 1 500 m. Diferenţa de adîncime între cele două repere este de circa 700 m.

Analiza modelelor luate în discuţie, precum şi observaţiile făcute pe alte structuri din zonă, permit să se constate că amploarea decalajului pe orizontală este în funcţie, înainte de toate, de distanţa pe verticală între reperele la care s-au construit hărţile. În aceste condiţii, decalajul pe orizontală apare de două ori mai mare decît distanţa pe verticală a reperelor, ceea ce înseamnă că raportul (sau indicile) respectiv este de 1/0,5.

Cazuri similare au fost descrise şi în alte părţi ale Platformei Moesice [2] şi anume la Urziceni-Brăgăreasa, Periş, Cioceni-Bărăitaru şi Gemenile, sectoare situate la est de rîul Argeş. Raportul (indicele) dintre deplasarea orizontală a structurilor sau faliilor şi intervalul de adîncime este mai redus în sectoarele menţionate. Astfel, la Cioceni indicele respectiv este de 1/5, la Inoteşti de 1/2,8, iar la Gemenile de 1/0,62.

Pe cîteva dintre structurile examinate anterior, cum ar fi Periş, Urziceni, Brăgăreasa s-a constatat că amploarea deplasării planului faliilor nu este uniformă pe ansamblul secţiunii de adîncime. De exemplu, în dreptul sarmaţianului superior indicele de deplasare orizontală este, de regulă, mai redus, dar se accentuează la nivelul meoţianului şi al ponţianului.

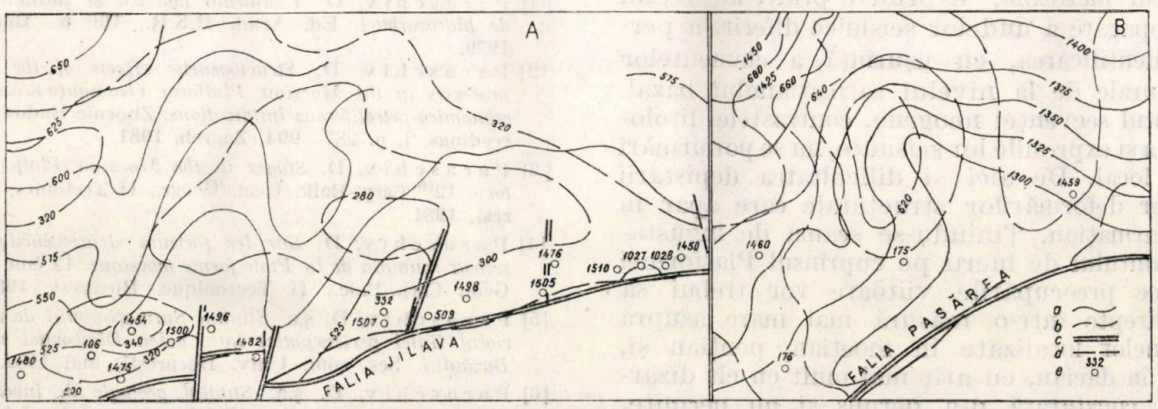


Fig. 2. Modele structurale ale zonelor Jilava şi Pasărea:

A — structura Jilava; *B* — structura Pasărea; *a* — izobate la baza sarmaţianului; *b* — izobate la limita dacian/ponţian; *c* — falii la baza sarmaţianului; *d* — falii la limita dacian/ponţian; *e* — foraje.

Cauzele dizarmoniilor constatate par să fie multiple. Mai întîi, diferența de stil tectonic dintre sarmațianul bazal și restul secțiunii neogene derivă din natura formațiunilor respective. Stratele bazale, calcaroase și grezoase, au reacționat prin rupere la șocurile ce s-au produs. Marnele și argilele din cuvertura sarmațianului bazal, mai plastice, s-au distorsionat, ondulîndu-se. Mai trebuie avut în vedere faptul că baza neogenului, venind în contact direct cu suportul carbonatic rigid și casant, a fost solicitată într-o măsură mai mare decît secvența pelitică acoperitoare. În ceea ce privește decalajul pe orizontală a structurilor acesta se datorește, în principal, proceselor de alunecare gravitațională, determinate de afundarea continuă și ritmică a marginii de nord a platformei. Cuvertura plastică a soclului carbonatic s-a deplasat mereu spre nord, mai ales în sectorul hipersubsident de la est de rîul Argeș. În acest sens pot fi aduse mai multe argumente : paralelismul dintre accidentele disjunctive și cele plicative, poziția constant mai nordică a elementelor ondulatorii față de cele rupturale, implicarea în astfel de deplasări (alunecări) a principalelor falii (Periș, Urziceni — Brăgăreasa) etc. Procesul de alunecare continuă și astăzi, dovadă că majoritatea rîurilor de la est de Olt, care vin dinspre Carpați, și-au părăsit terasele și chiar albiile, deviind către est și nord-est.

În afara proceselor de „sliding", la formarea elementelor structurale de ordin secundar au mai contribuit paleorelieful format în timpul lacunei bugloviene, mișcările pe verticală de sens și intensități diferite ale microblocurilor, precum și compactarea diferențială, controlată, în special, de variațiile litologice.

Cu puține excepții, activitatea de prospecțiune și explorare desfășurată pînă în prezent s-a concentrat asupra capcanelor structurale de tip faliat. Aceasta, în special, datorită faptului că contrastul litologic dintre neogen și suportul mezozoic, exprimat printr-un regim de propagare a undelor seismice diferit, a permis identificarea, cu ușurință, a elementelor structurale de la nivelul sarmațianului bazal. În restul secvenței neogene, contrastele litologice, ca și expresiile lor seismice, nu se pot urmări decît local. De aici și dificultatea depistării tuturor deformărilor structurale care apar în post-sarmațian. Ținîndu-se seama de îngustarea frontului de lucru pe cuprinsul Platformei Moesice preocupările viitoare vor trebui să se îndrepte într-o măsură mai mare asupra capcanelor localizate în moețian, ponțian și, chiar, în dacian, cu atît mai mult cu cît dizarmonia constatată n-a permis și nu permite, decît local, cercetarea deformărilor diseminate pe verticală cu o singură rețea de sonde. Numărul unor astfel de capcane trebuie să fie oarecum egal cu numărul elementelor disjunctive.

Interesant de semnalat este faptul că, în preajma orașului București, ca și în alte sectoare ale platformei, structurile sarmațiene conțin țiței și gaze asociate, mai rar gaze libere, în timp ce capcanele localizate în meoțian, ponțian și dacian conțin numai gaze sărace. Fac excepție de la această regulă promontoriul Bordei Verde și sectorul Deleni. Faptul reține atenția cu atît mai mult cu cît la sud și est de București, capcanele sarmațiene și meoțiene din cadrul acelorași aliniamente structurale (dar cu conținut diferit) se situează la adîncimi foarte apropiate. De exemplu între stratele sarmațiene productive cu țiței și cele meoțiene saturate cu gaze sărace, diferența de adîncime este de ordinul a 50—100 m. Aceasta înseamnă că hidrocarburile acumulate în cele două nivele stratigrafice nu au o sursă comună. Dacă se ia în considerare adîncimea mică (300—700 m), vîrsta tînără a formațiunilor în discuție și chiar gradientul geotermic din regiune, atunci apare anormală prezența hidrocarburilor lichide în sarmațian. Argumentele de mai sus pledează în favoarea ipotezei potrivit căruia gazele sărace înmagazinate în termenii neogenului au fost generate de aceleași formațiuni, în timp ce țițeiul existent în sarmațian a migrat din profunzime.

Discuția de mai sus s-a făcut cu scopul de a arăta că numeroasele capcane necercetate, din meoțian, ponțian și dacian, prezintă perspective de gaze libere. Evidențierea și inventarierea lor va permite o reevaluare mai fundamentată a perspectivelor de hidrocarburi pe care le oferă Platforma Moesică. Oricum, explorarea unor astfel de capcane necesită rețele de sonde separate, pentru fiecare nivel structural în parte.

Bibliografie

1] Paraschiv, D. *Platforma moesică și zăcămintele ei de hidrocarburi.* Ed. Acad. R.S.R., 195 p., București, 1979.

[2] Paraschiv, D. *Structogenetic effects of the sliding processes in the Moesian Platform (Romania) and their economico-petroliferous implications.* Zbornic Radova, Proceedings, I, p. 287—294, Zagreb, 1981.

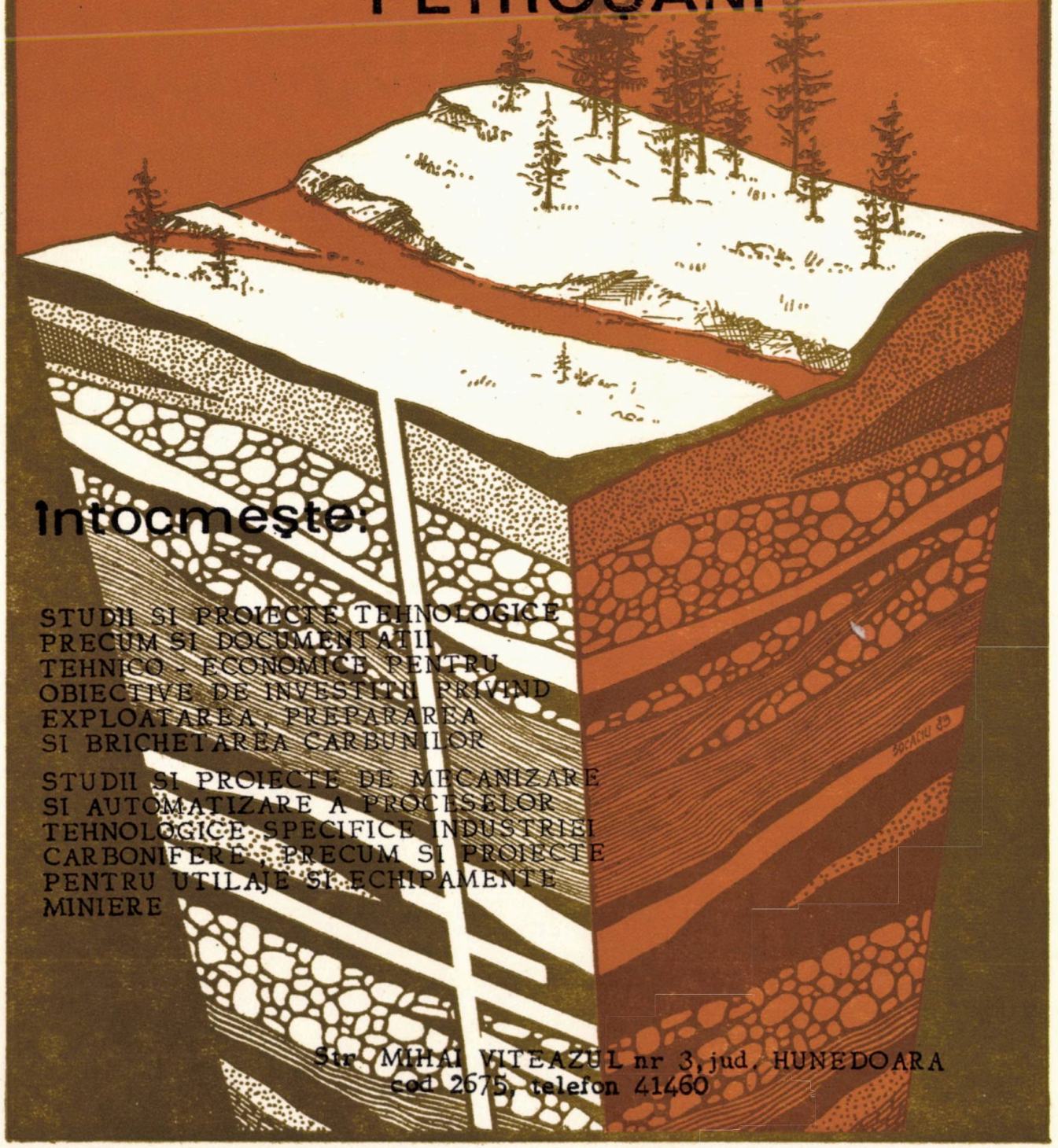
[3] Paraschiv, D. *Stages in the Moesian Platform history.* 12th Carp.-Balk. Geol. Geogr., II Tectonics, Bucharest, 1981.

[4] Paraschiv, D. *Sur les facteurs structogénétiques du secteur roumain de la Plate-forme moesique.* 12 ème Congr. Géol. Carp.-Balc., II Tectonique, Bucarest, 1981.

[5] Paraschiv, D. ș.a. *Studiul Sarmațianului de la exteriolul liniei pericarpatice între valea Dîmboviței și valea Buzăului.* Ses. com. Univ. București, mai 1982.

[6] Paraschiv, D. ș.a. *Studiul geologic de inventariere a capcanelor naturale și artificiale care se pretează la înmagazinarea subterană a gazelor (zona Municipiului București).* Tema 3.8, București, 1982.

INSTITUTUL DE CERCETĂRI ȘI PROIECTĂRI MINIERE PENTRU CĂRBUNE PETROȘANI



întocmește:

STUDII ȘI PROIECTE TEHNOLOGICE PRECUM ȘI DOCUMENTAȚII TEHNICO - ECONOMICE PENTRU OBIECTIVE DE INVESTIȚII PRIVIND EXPLOATAREA, PREPARAREA ȘI BRICHETAREA CĂRBUNILOR

STUDII ȘI PROIECTE DE MECANIZARE ȘI AUTOMATIZARE A PROCESELOR TEHNOLOGICE SPECIFICE INDUSTRIEI CARBONIFERE, PRECUM ȘI PROIECTE PENTRU UTILAJE ȘI ECHIPAMENTE MINIERE

Str. MIHAI VITEAZUL nr 3, jud. HUNEDOARA
cod 2675, telefon 41460

1983 AUG 15

RESEARCH AND DESIGN INSTITUTE FOR OIL AND GAS - CÎMPINA

carries out:

- GAS-CHROMATOGRAPHIC, POTENTIOMETRIC, SPECTROPHOTOMETRIC ANALYSIS TO ETABLISH THE COMPLETE COMPOSITION OF FLUIDS PRODUCED IN THE HYDROCARBON FIELDS;
- PHYSICOCHEMICAL ANALYSIS TO CHARACTERIZE THE SOLID ABSORBENTS (ACTIVE CARBON, MOLECULAR SIEVES, SILICA GEL) USED IN GAS CONDITIONING TECHNOLOGIES.

elaborates technologies for:

- Gas treatment (C_2+hydrocarbons production, dehydrating, desulphuration) etc;
- Oil cleaning (removal of water and mechanical impurities);
- Rheologic caracteristics improvement of viscous and high refrigeration oils for pipe-line transportation;
- Residual waters conditioning for technologic injection in oil and gas fields;
- Well treatment to control sand rush and water channelling;
- Production increase by alkaline and surfactant solutions injections;
- Reduction of hydrocarbon losses, light crude stabilization, production of oil from residues and residual water etc;
- Additives for the elaboration of drilling fluids and cement slurries utilised for drilling and cementing of oil and gas wells;
- Drilling fluids and cement slurries for offshore drilling;
- Drilling fluids with high thermical atability for drilling of deep and ultra deep wells;
- Drilling fluids for penetration of the productive horizon;
- Physicochemical analysis of the additives used to prepare the drilling fluids and cement slurries;
- Physicochemical analysis of the fluid loss of drilling fluids;
- Elaboration of the equipment for testing the rheologic and fluid loss properties of the drilling fluids, at high temperatures and pressures.

ADRESS:
INSTITUTUL DE CERCETĂRI ȘI PROIECTĂRI PENTRU PETROL ȘI GAZE - CÎMPINA, str. Culturii 29, tel. 31730, cod 2150

E 1445

MINE
PETROL
GAZE

BUCUREȘTI - ROMÂNIA * Vol. 34, iulie 1983

7

MINISTERUL PETROLULUI

CENTRUL DE CALCUL ŞI LUCRĂRI AUXILIARE

BUCUREŞTI, str. Biserica Amzei 23
sector 1, telefon 59 70 60

REALIZEAZA PENTRU BENEFICIARII DIN RAMURA EXTRACTIVA O GAMA VARIATA DE LUCRARI, PRIN:

activitatea de informatică

- Cercetare, proiectare şi implementare sisteme informatice;
- Elaborare pachete de programe pentru studii, optimizări, prognoze şi calcule inginereşti;
- Proiectare asistată de calculator a capacităţilor de producţie;
- Exploatare curentă de sisteme de prelucrare automată a datelor;
- Asistenţă tehnică.

activitatea de industrie

- Prin secţia confecţii piese de schimb din cauciuc realizează garnituri de etanşare pentru: instalaţii de foraj, instalaţii de extracţie ţiţei şi gaz metan, agregate de cimentare, complexe mecanizate de abataj, precum şi alte repere din cauciuc şi pînză cauciucată.

lucrări auxiliare

- Machete pentru obiective de investiţii, tehnologii de exploatare şi preparare;
- Lucrări de editare, tipărire şi legătorie.

MINE, PETROL ŞI GAZE

ANUL XXXIV

Nr. 7 1983

ORGAN AL MINISTERULUI MINELOR ŞI MINISTERULUI PETROLULUI

CUPRINS

Matacă, E., Mihăiţă, Gh. **Dimensionarea susţinerii mecanizate de abataj după criteriul stabilităţii** 317

Avramescu, Tr. **Prevenirea şi combaterea exploziilor de praf de cărbune** 323

Dobrescu, L., Vişan Sanda, Iordăchescu, Gr. **Recuperarea zincului din soluţii acide** 329

Zamfir, V. **Dispozitiv manual pentru îndoit ţevi la rece — DITR** 332

Popescu, F., Ana, I., Orosz, M., Botoacă, I. **Stabilizarea rocilor argiloase cu fluide de foraj pe bază de ioni de potasiu** 339

Pârcălăbescu, I.D. **Asupra depunerii carbonatului de calciu pe tuburile pe care circulă ape geotermale şi ape de injecţie** 345

Simescu, N. **Conducerea prin dispecerat, cu folosirea telemecanicii şi a calculatoarelor electronice, a activităţii gaziere în fluxul extracţie-transport-distribuţie** 354

Le Ngoc Quang **Trasarea automată a hărţilor structurale** . . 359

COLEGIUL DE REDACŢIE

Ing. VASILE SCRIPAŢ, *preşedinte;* **dr. ing. GHEORGHE ALDEA; ing. ŞTEFAN BENEA; dr. geol. IOSIF BERCIA; ing. TEODOR BORU; dr. ing. GHEORGHE DONŢOV DANU; ing. VIRGIL FĂTU; dr. ing. IANCU GEANGĂLĂ; dr. ing. FLOREA NEAGU; ing. NICOLAE PANTILIE; ELENA VRÂNCENAU,** *redactor.*

REZUMATE

C.Z. 622.284 : 622.273.15 : 65.011.54

Matacă, E., Mihăiţă, Gh. *Dimensionarea susţinerii mecanizate de abataj după criteriul stabilităţii*

Metoda propusă de autori pentru dimensionarea susţinerii mecanizate are în vedere întreg ansamblul zonei abatajului, respectiv mediul înconjurător, rocile în surpare, rocile în culcuş, solicitările sistemului de forţe pe susţinerea mecanizată şi în jurul abatajului. Corelarea formei susţinerii cu evoluţia naturală a golului subteran în procesul tehnologic poate constitui o metodă pentru adaptarea complexelor mecanizate de abataj la condiţiile de zăcământ dar, în primul rînd, pentru a evita subdimensionările sau supradimensionările, cu importante repercusiuni economice.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 7, 1983

C.Z. 622.814 : 622.411.5 : 622.807

Avramescu, Tr. *Prevenirea şi combaterea exploziilor de praf de cărbune*

Materialul prezentat de autor reprezintă o prelucrare după articolul lui J. J. Stasseu, apărut în revista Annales des Mines de Belgique nr. 9/1981.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 7, 1983

C.Z. 622.765 : 622.344

Dobrescu, L., Vişan Sanda, Iordăchescu, Gr. *Recuperarea zincului din soluţii acide*

Autorii analizează precipitarea zincului din soluţii acide de sulfaţi, cu conţinut ridicat de fier şi zinc, prezentînd cîteva procedee utilizate pentru recuperarea zincului din soluţii şi aplicarea lor pe soluţia studiată.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 7, 1983

C.Z. 658.58 : 621.9

Zamfir, V. *Dispozitiv manual pentru îndoit ţevi la rece*

Se prezintă construcţia unui dispozitiv manual pentru îndoirea la rece a barelor drepte, în speţă a ţevilor, dispozitiv ce poate fi folosit, în mod util, în orice atelier de reparaţii şi întreţinere de pe lîngă întreprinderile miniere.

Procesul tehnologic de îndoire şi elementele componente au fost proiectate pe baza noţiunilor şi deformaţiilor elasto-plastice.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 7, 1983

C.Z. 622.361 : 622.243.14 : 622.363

Popescu, F., Ana, I., Orosz, M., Botoacă, I. *Stabilizarea rocilor argiloase cu fluide de foraj pe bază de ioni de potasiu (II)*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 7, 1983

C.Z. 553.87 : 620.197

Pârcălăbescu, I. D. *Asupra depunerii carbonatului de calciu pe tuburile pe care circulă ape geotermale şi ape de injecţie*

Utilizînd investigarea roentgenostructurală şi chimico-spectrală se pune în evidenţă compoziţia chimico-minerologică a depunerilor de pe tuburile pe care circulă apele. Considerentele fizico-chimice şi termodinamice explică de ce depunerile sînt formate, cu preponderenţă, de carbonatul de calciu şi în ce condiţii apar ca structuri compacte sau ca structuri poros — permeabile slab consolidate.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 7, 1983

C.Z. 621.398 : 621.38 : 622.323 : 622.692.4

Simescu, N. *Conducerea prin dispecerat, cu folosirea telemecanicii şi a calculatoarelor electronice, a activităţii gaziere în fluxul extracţie-transport-distribuţie.*

Autorul analizează problema extracţiei, transportului, distribuţiei, precum şi organizarea dispecerizării gazelor la nivel central, concluzionînd că asigurarea cu gaze a unei ţări, respectiv a ţării noastre, prin sisteme automatizate pentru conducerea prin dispecerat, comportă organizarea circulaţiei informaţiilor de natură tehnico-economică în funcţie de dotarea tehnică şi tehnologică, actuală şi de perspectivă, pe nivele de conducere.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 7, 1983

C.Z. 65.011.56 : 550.813

Le Ngoc Quang *Trasarea automată a hărţilor structurale*

Se prezintă o modalitate efectivă a trasării cu ajutorul SPAD a oricăror tipuri de hărţi care reprezintă, în plan, funcţii cu variaţii continue.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 7, 1983

CONTENTS

C.Z. 622.284 :622.273.15 : 65:011.54

Matacă, E., Mihăiţă, Gh. *Dimensioning of the mechanized roof supports according to the criterion of stability.*
The method proposed by the authors for the dimensioning of mechanized roof support takes into account the whole assembly of the face area, i.e. the environment, the caving rocks, the rocks in the floor, the stresses of the forces system acting upon the mechanized supports and around the face. The co-relation between the shape of the supports and the natural development of the underground cavity during the technological process may represent a method for the adaptation of the mechanized face installations to the conditions of the deposit, but, in the first place, for avoiding under — and overdimensioing with important economical effects.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 7, 1983

C.Z. 622.814 : 622.411.5 : 622.807

Avramescu, Tr. *Prevention and fighting of the coal dust explosions*
The paper put forward by the author represents a review of J.J. Stasseu's item published in Annales des Mines de Belgique No. 9/1981.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 7, 1983

C.Z. 622.765 : 622.344

Dobrescu L., Vişan Sanda, Iordăchescu, Gr. *Zinc recovery from acid solutions*
The authors study the zinc precipitation from acid sulphate solutions with high iron and zinc contents, presenting a few methods utilized for the zinc recovery from solutions and their application to the studied solution.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 7, 1983

C.Z. 658.58 : 621.9

Zamfir, V. *Hand-operated device for the cold bending of pipes*
The author presents the construction of a hand-operated device for the cold bending of straight bars, i.e. pipes, which device can be successfully used in any repair and maintenance workshop within mining enterprises.
The technological process of bending and its components have been designed on the basis of the elasto-plastic concepts and deformations.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 7, 1983

C.Z. 622.361 : 622.243.14 : 622.363

Popescu F., Ana, I., Orosz, M. and Botoacă, I. *Stabilization of clay rock with a drilling fluid based on potassium ions* (II)

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 7, 1983

C.Z. 553.87 : 620.197

Pârcălăbescu, I. D. *On the calcium carbonate deposition in circulation pipes for geothermal and injection waters*
Based on the roentgeno-structural and chemico-spectral investigations, the chemical and mineralogical breakdown of the depositions in the water circulation pipes is outlined. Physico-chemical and thermodynamic considerations explain why the depositions are mainly made of calcium carbonate and under what conditions they appear as, either compact, or weakly consolidated porous — permeable structures.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 7, 1983

C.Z. 621.398 : 621.38 : 622.323 : 622.692.4

Simescu N. *Telemechanics and computer-based monitorized management of the natural gas supply in the flow of extraction-transport-distribution*
The author investigates the problem of the natural gas extraction, transport and distribution as well as the organization of the centrally controlled monitorized management, the conclusion being that the natural gas supply in a country, i.e. our country, through automated control systems for monitorized management requires the organization, at different management levels, of the information traffic of technical and economical nature, depending on the present and prospective technical technological status of endowment.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 7, 1983

C.Z. 65.011.56 : 550.813

Le Ngoc Quang *Automatic contouring of structural maps*
An effective contouring modality by means of the SPAD-system, applicable to any map types which represent, in plane, functions with continuous variations, is presented.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 7, 1983

СОДЕРЖАНИЕ

C.Z. 622.284 : 622.273.15 : 65.011.54

Матакэ, Э., Михэицэ, Г. *Определение размеров очистной механизированной крепи по устойчивости*
Предлагаемый авторами метод определения размеров механизированной крепи учитывает всю совокупность очистной зоны т.е. окружающую среду, обрушаемые породы, породы лежачего бока, нагрузки на механизированную крепь и в зоне забоя. Взаимосвязь между формой крепи и естественным развитием подземной пустоты в технологическом процессе может служить методом приспособления очистных механизированных комплексов к условиям залегания, в первую очередь, в целях избежания недооценки или переоценки размеров со значительными экономическими последствиями.
Ключевые слова: очистная механизированная крепь, определение размеров

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 7, 1983

C.Z. 622.814 : 622.411.5 : 622.807

Авраменску, Тр. *Предотвращение и борьба со взрывом угольной пыли*
Статья, представленная автором, является обработкой статьи Ж. Ж. Стасо, опубликованной в журнале Annales des Mines de Belgique, № 9, 1981 г.
Ключевые слова: угольная пыль, взрыв, борьба, предотвращение

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 7, 198

C.Z. 622.765 : 622.344

Добреску, И. и др. *Извлечение цинка из кислотных растворов*
Авторы рассматривают вопрос осаждения цинка из кислотных сульфатных растворов с содержанием же-

леза и цинка, представив некоторые способы, применяемые для извлечения цинка из растворов в т.ч. их применение в данном конкретном случае.

Ключевые слова: извлечение цинка, кислотные растворы

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 7, 1983

C.Z. 658.58 : 621.9

Замфир, В. *Ручное приспособление для холодного искривления труб*

Представлена конструкция ручного приспособления для искривления труб, прутков, полезно применяемый в любой ремонтной мастерской горных предприятий.

Технологический процесс искривления и составные части были спроектированы на основе понятий и гибко-пластических деформаций.

Ключевые слова: ручное приспособление, искривление труб.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 7, 1983

C.Z. 622.361 : 622.243.15 : 622.363

Попеску, Ф. и др. *Затвердение глинистых пород буровыми растворами на основе ионов калия* (II)

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 7, 1983

C.Z. 553.87 : 620.197

Пыркэлэбеску, И. Д. *Об осаждении карбоната кальция на трубах, транспортирующих гидротермальные воды и инъекционные воды*

Используя рентгено-структурный и химико-спектральный методы проводится анализ химико-минералогического состава осаждения на водопроводах. Физико-химические и термодинамические соображения объясняют причины преобладающего образования осадков карбоната кальция и в каких условиях они появлются в виде плотных структур или пористых проницаемых или малопрочных структур.

Ключевые слова: водопроводы, карбонат кальция, структуры осаждений

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 7, 1983

C.Z. 621.398 : 621.38 : 622.323 : 622.692.4

Симеску, Н. *Управление диспетчератом с помощью телемеханики и ЭВМ газовой деятельностью в цикле добыча-транспорт-распределение*

Автор рассматривает вопрос добычи, транспорта и распределения, а также организацию диспетчеризации газов, подчеркнув что обеспечение потребности в газе нашей страны, автоматизированными системам управления с помощью диспетчерата требует организации обмена информациями технико-экономического характера в зависимости от существующих и перспективных техники и технологий, для различных масштабов управления.

Ключевые слова: газовая промышленность, управление диспетчератом, телемеханика, ЭВМ.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 7, 1983

C.Z. 65.011.56 : 550.813

Ле Нгок Куанг *Автоматическое построение структурных карт*

Описывается эффективный метод построения с помощью СПАД-а любых типов карт, которые, в плане, представляют функции с непрерывными переменными.

Ключевые слова: построение карт, автоматическое

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 7, 1983

SOMMAIRE

C.Z. 622.284 : 622.273.15 : 65.011.54

Matacă, E. et Mihăiţă, Gh. *Dimensionement du soutènement marchant de longue taille après le critérium de la stabilité*

La méthode proposée par les auteurs envisage l'ensemble entier de la zone de l'abattage, respectivement le milieu environnant, les roches d'éboulement, les roches au mur de la couche, les sollicitations des forces sur le soutènement marchant et autours de la longue taille. La corrélation de la forme du soutènement avec l'évolution naturelle de l'exacavation souterraine dans le processus technologique peut constituer une méthode pour l'adaptation des complexes marchants de l'abattage dans les conditions de gisement, mais, dans le premier lieu, pour éviter sur- et sous — dimensionement avec des conséquences économiques importantes.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 7, 1983

C.Z. 622.814 : 622.411.5 : 622.807

Avramescu, Tr. *Prévention et lutte contre les explosions des pussières de charbon*

Le matériel presenté par l'auteur représent une adaptation après l'article de J. J. Stasseu apparu dans le périodique Annales des Mines de Belgique, No. 9/1981.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 7, 1983

C.Z. 622.765 : 627.344

Dobrescu, L., Vişan Sanda, Iordăchescu, Gr. *La recuperation du zinc des solutions acides*

Les auteurs analysent le procédé de la précipitation du zinc des solutions acides aux sulphates avec une teneur élevée en fer et zinc et présentent quelques procédés utilisés pour la récupération du zinc des solutions, avec leurs applications sur la solution étudiée.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 7, 1983

C.Z. 658.58 : 621.9

Zamfir, V. *Dispositif manuel pour le courbement des conduits à froid*

On présent la construction d'un dispositif manuel pour le courbement des barres droites, repectivement des conduits, dispositif qui peut être utilisé dans tous les ateliers de réparation ou entretien annexes aux entreprises minières. Le processus technologique de courbement et les élements constructifs ont été projetés ayant comme base la théorie des déformations élasto-plastiques.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 7, 1983

C.Z. 622.361 : 622.243.14 : 622.363

Popescu, F., Ana, I., Orosz, M. et Botoacă, I. *La stabilisation des roches argileuses à fluides de forage à base de ions de potassium (II)*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 7, 1983

C.Z. 553.87 : 620.197

Pârcălăbescu, I. D. *Sur les dépôts de carbonate de calcium sur les tuyaux de circulation des eaux géothermiques et des eaux d'injection*

À l'aide de l'investigation roentgeno-structurelle et chimique-spéctrale on met en évidence la composition chimique-minéralogique des dépôts sur les tuyaux de circulation des eaux. Les considérations physiques, chimiques, et thermodynamiques expliquent pourquoi les dépôts sont formés avec prédilection de carbonate de calcium et en quelles conditions ils apparaissent comme des structures compactes ou comme des structures poreuses-permeables faible consolidées.

Mine, Petrol și Gaze, vol. 34, nr. 7, 1983

C.Z. 621.398 : 621.38 : 622.323 : 622.692.4

Simescu, N. *La direction dispatcher par télémécanique et computers de l'activité gazière dans le flux extraction-transport-distribution*

L'auteur analyse le problème de l'extraction, du transport, de la distribution ainsi que de l'organisation d'un dispatcher aux gaz au niveau central, en arrivant à des conclusions que l'assurance aux gaz d'une pays, respectivement notre pays, par des systèmes automatisés pour la direction par dispatcher comporte l'organisation de la circulation des informations de nature technique-économiques en fonction de la dotation technique et technologique, actuelle et en perspective, sur des niveaux de direction.

Mine, Petrol și Gaze, vol. 34, nr. 7, 1983

C.Z. 65.011.56; 550.813

Le Ngoc Quang *Traçage automatique des cartes structurelles*

On présent la modalité efective de traçage à l'aide de SPAD des n'importe quels types de cartes qui représentent dans un plan les fonctions aux variations continuelles.

Mine, Petrol și Gaze, vol. 34, nr. 7, 1983

INHALT

C.Z. 622.284 : 622.273.15 : 65.011.54

Matacă, E., Mihăiță, Gh. *Dimensionierung der mechanisierten Strebausbauausrüstungen nach dem Kriterium der Stabilität*

Die für die Dimensionierung der mechanisierten Ausbauausrüstungen von den Verfassern vorgeschlagene Methode berücksichtigt den ganzen Strebbereich, bzw. die Umgebung, das Bruchgestein, das Gestein im Liegenden, die Belastung des Kraftsystems auf der mechanisierten Ausbauausrüstung und um den Streb. Die Korrelierung der Ausbauform mit der natürlichen Entwicklung des untertägigen Hohlraumes während des technologischen Verfahrens kann eine Methode darstellen für die Anpassung der mechanisierten Strebausrüstungen zu den Lagerstättenverhältnissen aber, in der ersten Reihe, für die Vermeidung der Unter- oder Überdimensionierungen, mit wesentlichen wirtschaftlichen Wirkungen.

Mine, Petrol și Gaze, vol. 34, nr. 7, 1983

C.Z. 622.814 : 622.411.5 : 622.807

Avramescu, Tr. *Vorbeugung und Bekämpfung der Kohlenstaubexplosionen*

Das Material stellt eine Verarbeitung nach dem J.J. Stasseu, in der Zeitschrift Annales des Mines de Belgique Nr. 9/1981 veröffentlichten Artikel, dar.

Mine, Petrol și Gaze, vol. 34, nr. 7, 1983

C.Z. 622.765 : 622.344

Dobrescu, L., Vișan Sanda, Iordăchescu, Gr. *Zinkgewinnung aus saueren Lösungen*

Die Authoren überprüfen die Zinkfällung aus saueren Sulfatenlösungen mit hohem Eisen-und Zinkgehalt, wobei einige für die Zinkgewinnung aus Lösungen genutzten Verfahren und deren Anwendung an die studierten Lösung vorgestellt werden.

Mine, Petrol și Gaze, vol. 34, nr. 7, 1983

C.Z. 658.58 : 621.9

Zamfir, V. *Handvorrichtung für die Kaltbiegung der Röhre*

Vorgestellt wird die Konstruktion einer Handvorrichtung für die Kaltbiegung der geraden Stangen, bzw. Röhre, welche in irgendwelcher Reparatur- und Wartungswerkstatt der Bergwerke genutzt werden kann.

Das technologische Biegungsverfahren und dessen Komponente wurden auf Grundlage der elasto-plastischen Begriffe und Verformungen projektiert.

Mine, Petrol și Gaze, vol. 34, nr. 7, 1983

C.Z. 622.361 : 622.243.14 : 622.363

Popescu, F., Ana, I., Orosz, M. und Botoacă, I. *Befestigung des Schlammgesteines mit Bohrflüssigkeiten mit Kaliumionen (II)*

Mine, Petrol și Gaze, vol. 34, nr. 7, 1983

C.Z. 553.87 : 620.197

Pârcălăbescu, I. D. *Über den Kalziumkarbonatablagerung auf den Röhren in welchen geothermischen und Einpressungswasser gefördert wird*

Mit Hilfe der roentgeno-strukturalen und chemischspektralen Untersuchungen wird die chemische und mineralogische Zusammensetzung der Ablagerungen auf den Röhren, in welchen das Wasser gefördert wird, festgestellt. Die physiko-chemischen und thermodynamischen Betrachtungen klären warum die Ablagerungen meistens aus Kalziumkarbonat bestehen und in welchen Bedingungen diese als dichten oder als schwach befestigten porig- durchlässigen Strukturen erscheinen.

Mine, Petrol și Gaze, vol. 34, nr. 7, 1983

C.Z. 621.398 : 621.38 : 622.323 : 622.692.4

Simescu, N. *Dispatcher-Steuerung des Erdgasbetriebes in dem Fluss Gewinnung-Förderung-Verteilung, mit Anwendung der Telemechanik und der elektronischen Rechner*

Der Verfasser überprüft das Problem der Erdgasgewinnung, Förderung und der Verteilung sowie die Organisierung der zentralen Dispatcher-Steuerung. Die Schlussfolgerung dabei ist dass die Erdgasversorgung eines Landes, bzw. unseres Landes, durch automatisierten Systeme zwecks Dispatcher-Steuerung, die Organisierung des Informationsverkehrs technisch-wirtschaftlicher Art, für die verschiedene Leitungsniveaus, von der gegenwartigen und zukunftigen technischen und technologischen Ausstattung abhängend, voraussetzt.

Mine, Petrol și Gaze, vol. 34, nr. 7, 1983

C.Z. 65.011.56 : 550.813

Le Ngoc Quang *Automatische Zeichnung der Struk turkarten*

Vorgestellt wird eine effektive Modalität für die Zeichnung mit Hilfe des SPAD-Systems irgendwelcher Kartentype welche in der Ebene, Funktionen mit gleitender Änderung darstellen.

Mine, Petrol și Gaze, vol. 34, nr. 7, 1983

Revista MINE, PETROL și GAZE este editată de Oficiul de informare documentară pentru industria minieră, București Calea Victoriei 220, sector I, cod 71104, C.P. 22–146, telefon 59.29.75.

Tiparul: Intreprinderea poligrafică „Informația" str. Brezoianu nr. 23–25 București, c. 1426

Prețul: 13 lei/exemplar

Corector: Cornelia Popa

Grafica: A. Socaciu

c. 1426

43 103

Dimensionarea susţinerii mecanizate de abataj după criteriul stabilităţii

Dr. ing. **E. Matacă** şi ing. **Gh. Mihăiţă**
I.C.I.T.P.M.L. Craiova

Funcţia susţinerii mecanizate de abataj constă în menţinerea unui spaţiu de lucru în apropierea frontului de cărbune necesar funcţionării maşinilor pentru tăiere şi transport, accesul personalului, circuitul aerului. Caracteristica abatajului care imprimă funcţionalitatea susţinerii constă în menţinerea acestui spaţiu pentru perioade foarte mici de timp, acceptarea modificării lui în anumite limite tehnologice, elementele de susţinere prin deplasare trebuind să imprime un anumit mod de coborîre (dirijare) a rocilor din acoperiş în spaţiul exploatat.

Noua metodă propusă pentru dimensionarea susţinerii mecanizate porneşte de la aceste deziderate, luînd în considerare întreg ansamblul zonei abatajului şi anume.

Mediul înconjurător abatajului, rocile prin care se aplică forţele şi se preiau reacţiile constituie un material destul de eterogen, cu caracteristici anizotrope din punctul de vedere al transmiterii eforturilor.

Frontul de cărbune — zona liberă de susţinere în abataj — se găseşte într-o mişcare periodică de fluaj, determinată de ciclurile de tăiere care pot conduce la pierderea stabilităţii şi integrităţii. Acoperişul, principalul solicitator care se reazemă pe grinda portantă şi uneori pe scut, se caracterizează, de asemenea, prin deplasare ciclică, care determină convergenţe ce cresc spre spaţiul exploatat.

Rocile în surpare, care solicită elementul îngrăditor al susţinerii, constituie elementul instabil care realizează solicitările dinamice asupra susţinerii, a căror valoare este determinată, în primul rînd, de tehnologie, de modul cum se deplasează secţiile de susţinere, înălţimea, lăţimea, pasul susţinerii etc.

Rocile din culcuş, elementul portant care preia reacţiile susţinerii, au rezistenţe variabile datorită înmuierii de către apele care circulă în abataj, sînt solicitate la penetrare, putînd uşor intra în stare de fluaj sau curgere, datorită suprasolicitării de către tălpile secţiilor de susţinere.

Solicitările sistemului de forţe pe susţinerea mecanizată şi în jurul abatajului sînt realizate de presiunea minieră, precum şi de o serie de factori tehnologici.

Apăsarea rocilor din acoperiş, manifestată asupra grinzii portante, constituie o forţă mobilă care se deplasează odată cu cedarea susţinerii, are caracter de presiune (forţă pe unitatea de suprafaţă) şi o valoare totală extrem de variabilă, avînd în vedere că suprafaţa acoperişului dezvelit nu este constantă, funcţie de faza tehnologică din abataj, tăiere cu combina, extensibilitatea grinzii etc.

Avînd în vedere că fluajul rocilor din acoperiş către zona surpată este permanent şi că susţinerea este dotată cu dispozitive de poziţionare fermă între grindă şi talpă (lemniscată) se ia în considerare o frecare între roci şi suprafaţa metalică, din care cauză rezultanta forţelor este înclinată cu un unghi corespunzător.

Greutatea rocilor surpate din bolta de surpare, care se reazemă pe scut, are deosebită influenţă în sistemul general al eforturilor, datorită caracterului dinamic al aplicării forţelor.

Presiunea frontului pe susţinere, în cazul sprijinirii acestuia cu elemente hidraulice sau propte de lemn, influenţează, în primul rînd, stabilitatea susţinerii, forţele respective adăugîndu-se celor determinate de fluajul acoperişului, diminuînd componenta orizontală a forţelor din scurt.

Greutatea proprie a susţinerii, centrul de greutate, sînt luate în calcul pentru stabilitatea la deplasare. În figura 1 este prezentată o susţinere pentru Valea Jiului, concepută astfel ca în timpul deplasării, fiind descărcată de forţele de presiune, sub influenţa greutăţii proprii, să se lase pe spate (pe suprafaţa înclinată), permiţînd vîrfului tălpii să se ridice şi să depăşească neregularităţile vetrei sau să păşească peste tavanul artificial montat la vatră pentru protejarea feliei inferioare la stratele groase.

Forţele orizontale de tragere a secţiei pentru armare, cele de poziţionare a tălpii sau scutului, contribuie la echilibrul de deplasare.

Întregul sistem de forţe creează rezultante care au puncte de aplicaţie, unghiuri de incidenţă şi valori variabile, funcţie de fazele procesului tehnologic.

Ele se transmit prin reazem (stîlpii şi elementele lemniscatei) la talpă, păstrîndu-şi caracteristicile, indiferent de poziţia acestora, după principiul corpului solid din mecanica teoretică.

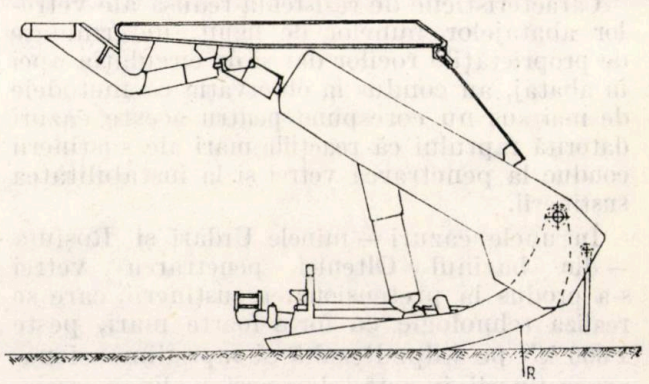


Fig. 1

Valorile forțelor în reazeme cresc însă atunci cînd acestea sînt dispuse în unghi față de direcția rezultantei.

Prin urmare, repartiția presiunilor specifice pe vatră, ca și pe acoperiș, nu poate fi influențată prin amplasarea stîlpilor sau reazemelor lemniscatei, ci numai prin modificarea direcției rezultantei, obiectiv care se poate realiza numai prin schimbarea formei, dimensiunilor sau unghiului grinzii, scutului sau sprijinitorului de front.

Schimbarea poziției stîlpilor conduce numai la modificarea sarcinilor asupra lor la un regim de presiune nemodificat, cedînd la aceeași valoare a rezultantei atunci cînd sînt amplasați la distanță sau înclinat față de direcția acesteia.

Reacția întregului sistem de forțe este realizată pe vatra abatajului, prin intermediul tălpii de susținere. De modul cum este realizată această reacție în toate fazele procesului tehnologic, inclusiv la deplasare, depinde stabilitatea susținerii și capacitatea acesteia de preluare a sarcinilor.

Această problemă a fost mai puțin abordată, în special datorită faptului că exploatarea subterană a fost orientată spre exploatarea stratelor de huilă cantonate în roci ceva mai tari.

Unii constructori dimensionează susținerea funcție de presiunea specifică a acoperișului, care se determină exclusiv funcție de înălțimea abatajului, neglijînd toate forțele pe scut, considerîndu-se acesta cazul cel mai defavorabil.

Această metodă a condus uneori la supradimensionări importante (o secție de susținere ajungînd la o greutate de peste 20 t) și, în plus, s-a demonstrat că neglijarea forțelor pe scut nu reprezintă, în toate fazele procesului de producție, cazul cel mai defavorabil.

Alți constructori procedează în mod invers, alegînd portanța stîlpilor funcție de înălțimea abatajului, după care se dimensionează eforturile posibile pe celelalte elemente portante, determinînd condițiile în care poate lucra susținerea.

Caracteristicile de rezistență redusă ale vetrelor abatajelor minelor de lignit, determinate de proprietățile rocilor dar și de circulația apei în abataj, au condus la observația că metodele de mai sus nu corespund pentru aceste cazuri datorită faptului că reacțiile mari ale susținerii conduc la penetrarea vetrei și la instabilitatea susținerii.

În unele cazuri — minele Urdari și Roșiuța — din bazinul Olteniei, penetrarea vetrei s-a produs la pretensionarea susținerii, care se realiza tehnologic cu forțe foarte mari, peste 1 000 kN pe stîlp. Rezultă că supradimensionarea susținerii ,în astfel de cazuri, pe lîngă aspectul economic, conduce și la disfuncțiuni tehnologice, cum a fost cazul la Mina Roșiuța, unde un complex cu o portanță a stîlpilor extremă (peste 2 000 kN fiecare) nu a dat rezultate în experimentare la un abataj cu o copertă foarte mică.

Din aceste considerente, propunem o nouă metodă pentru dimensionarea susținerii, pornind de la capacitatea portantă a vetrei după care se dimensionează talpa, pe care „se clădește" susținerea, în limitele de siguranță admise.

Condițiile pentru dezvoltarea calculelor se impun funcție de caracteristicile particulare ale zăcămîntului, determinate prin măsurători în exploatare.

În cele ce urmează se va prezenta această metodă utilizată pentru dimensionarea susținerii mecanizate tip CMA-2T, care, comparativ cu susținerea CMA-4, are caracteristicile de bază redate în tabelul 1.

Tabelul 1

Caracteristica	CMA—4	CMA—2T
Înălțimea de lucru, m	1,8—3,8	1,2—2,2
Numărul stîlpilor, buc	2	2
Portanța pe stîlp, kN	1 300	800
Pasul susținerii, m	1,5	1,3
Tipul susținerii	scut	scut
Combina utilizată	KȘ—3M	KȘ— 1KG

Condițiile naturale de zăcămînt impuse constau în următoarele:

- presiunea specifică maximă pe vatră, 10 daN/cm²;
- repartiția presiunii specifice pe grinda portantă în creștere pe deschiderea abatajului la raportul 1:2;
- presiunea rocilor pe scut cu valoare 50 % din presiunea pe grindă cu același raport de creștere;
- coeficientul de frecare al rocilor pe grindă $f = 0{,}3$.

Pentru determinarea forțelor în susținerea mecanizată CMA-2T pentru înălțimea de 1,8 m, se caută punctele de aplicare a rezultantelor forțelor pe grindă și scut, acestea fiind încărcate conform prezumțiilor inițiale ca în figura 2.

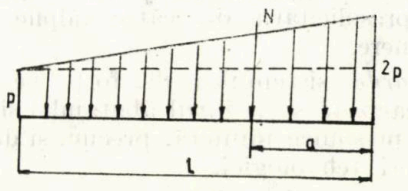


Fig. 2

Scriind o ecuație de moment, față de punctul O prin cota sa a, rezultă:

$$\sum M_0 = P_t\left(\frac{1}{2} - a\right) - \frac{1}{2}\left(a - \frac{1}{3}\right) = 0$$

$$a = \frac{4}{9} L$$

Admiţînd coeficientul de frecare al rocilor pe scut $\alpha = \text{arc tg } 0{,}3$, se poate determina exact punctul de aplicare al rezultantelor, precum şi direcţia, atît pe scut, cît şi pe grindă.

Cunoscînd şi raportul după cele două rezultante admis 1 :2, se construieşte paralelogramul forţelor, după care se determină caracteristicile rezultantei forţelor pe talpă.

Punînd condiţia ca presiunea specifică pe talpă să nu depăşească, în nici un punct, 10 daN/cm², se pot determina solicitările în toate elementele.

Urmărind cotele constructive pentru susţinere, rezultă că distanţele a de la capetele grinzii şi scutului pînă la punctele O_1 şi O_2 de aplicare a rezultantelor vor fi :

$$a_1 = \frac{4}{9} \cdot 2375 = 1055 \text{ mm},$$

$$a_2 = \frac{4}{9} \cdot 1440 = 640 \text{ mm}.$$

Prin punctele respective se trasează direcţiile rezultantelor sub unghiul arc tg 0,3, care se intersectează în punctul O şi se calculează raportul :

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{(p + 2p)}{(0{,}5\,p + p)} \frac{2375}{1440} = 3{,}3.$$

Se construieşte paralelogramul forţelor la o scară care să admită :

$$R_1 = 10 \text{ cm},$$

şi deci :

$$R_2 = 10 \cdot 3{,}3 = 33 \text{ cm},$$

Construind paralelogramul, rezultă în punctul O_3 pe talpă rezultanta presiunilor pe vatră, putîndu-se calcula şi unghiul :

$$\beta = \text{arctg}.0{,}13.$$

Talpa va fi încărcată ca în figura 3, astfel încît rezultanta să cadă în punctul O (punctul de întîlnire a rezultantelor cotelor pe grindă şi scut), presiunile să varieze liniar, la un capăt să aibă valoarea maximă 10 kgf/cm², la celălalt capăt fiind necunoscute.

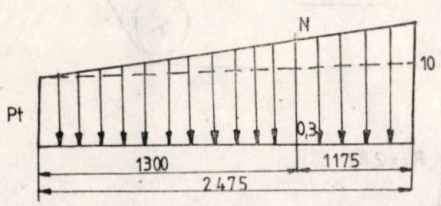


Fig.

Scriind ecuaţia de momente faţă de O_3 (punctul de incidenţă al rezultantei pe talpă) :

$$\sum M\ O_3 = P_t 2475 \left(1300 - \frac{475}{2}\right) -$$

$$- \frac{1}{2}(10 - P_t) 2475 (1175 - 825),$$

se obţine :

$$P_t = 7{,}37 \text{ daN/cm}^2.$$

Rezultanta normală a forţelor pe talpă va fi :

$$N_t = 0{,}5(10 + 7{,}37) 2475 \cdot 130 = 279 \cdot 10^3 \text{ daN},$$

iar cea tangenţială :

$$T_t = N_t \operatorname{tg}\beta = 279 \cdot 10^3 \cdot 0{,}13 =$$

$$= 36{,}3 \times 10^3 \text{ daN}.$$

Rezultanta totală a forţelor pe talpă, egală cu rezultanta forţelor tavanului, va fi :

$$R_t = R = \sqrt{N_t^2 + T_t^2} =$$

$$= \sqrt{279^2 \cdot 10^3 + 36{,}3^2 \cdot 10^3} = 281 \cdot 10^3 \text{ daN}.$$

Paralelogramul forţelor permite să se determine acum R_1 şi R_2 :

$$R_1 = 281 \cdot 10^3 \frac{330}{412} = 225 \cdot 10^3 \text{ daN},$$

$$R_2 = 281 \cdot 10^3 \frac{100}{412} = 68{,}2 \cdot 10^3 \text{ daN}.$$

Presiunile pe grindă vor rezulta din relaţia :

$$M_1 = \frac{R_1}{\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2\beta}} = \frac{225{,}5 \cdot 10^3}{\sqrt{1 + 0{,}3^2}} =$$

$$= 0{,}5\ (p + 2p)\ 237{,}5 \cdot 140$$

se obţine :

$$P = 4{,}32 \text{ daN/cm}^2.$$

Presiunea la vîrful grinzii va fi de 4,32 daN/cm², iar la spate, păstrînd raportul la 1 : 2, de 8,64 daN/cm².

Pe scut, aceste presiuni, conform prezumţiilor iniţiale, variază între 2,16 şi 4,32 daN/cm².

Pentru calculul forţelor S în stîlpii hidraulici se realizează secţiuni prin stîlpi şi lemniscată, izolînd partea superioară a susţinerii.

Scriind ecuaţia de momente, faţă de punctul de intersecţie a direcţiilor barelor lemniscatei, obţinem :

$$\sum M_p = S \cdot 467 - R \cdot 443 = 0$$

şi de aici:

$$S = R \cdot 10^3 \frac{443}{457} = 281 \cdot 10^3 \frac{443}{467} =$$

$$= 257 \cdot 10^3 \text{ daN/cm}^2.$$

Pentru calculul forţelor din lemniscată se determină, mai întîi, unghiurile de înclinare faţă de orizontală ale forţelor S_1; S_2 şi, prin funcţiile cos α şi sin α ale acestor unghiuri,

forţa	sin α	cos α
S	0,99	0,145
S_1	0,67	0,73
S_2	0,92	0,37

Considerînd apoi talpa izolată şi acţionată de forţele S; S_1; S_2; M_T şi T_z se scriu ecuaţiile proiecţiilor forţelor pe verticală şi orizontală:

$$\sum x = 257 \cdot 10^3 \cdot 0{,}145 - 36{,}3 \cdot 10^3 -$$
$$- S_1 \cdot 0{,}75 - S_2 \cdot 0{,}37 = 0,$$

$$\sum y = 257 \cdot 10^3 \cdot 0{,}99 - 279 \cdot 10^3 -$$
$$- S_1 \cdot 0{,}67 - S_2 \cdot 0{,}92 = 0.$$

Rezultă sistemul:

$$0{,}75\ S_1 - 0{,}37\ S_2 = 1,$$
$$0{,}67\ S_1 + 0{,}92\ S_2 = 25,$$
$$S_1 = -19{,}8 \cdot 10^3 \text{ daN},$$
$$S_2 = 12{,}8 \cdot 10^3 \text{ daN}.$$

Forţele S în împingătorul de colţ se determină secţionînd stîlpii şi împingătorul, scriind ecuaţia de momente în punctul O_4 (articulaţia grinzii cu scutul):

$$\sum MO_4 = S \cdot 142 + S' \cdot 46 - R_1\ 192{,}5 = 0$$

Înlocuind S şi R_1, rezultă ecuaţia:

$$257 \cdot 10^3 \cdot 142 - 225{,}5 \cdot 10^3 \cdot 192{,}5 +$$
$$+ S' \cdot 46 = 0$$
$$S' = 154 \cdot 10^3 \text{ daN}.$$

Forţele rezultate din calcul sînt prezentate în figura 4. Calculul s-a făcut pentru CMA-2 T, în poziţia cu stîlpii deschişi la maximum.

Urmărind acelaşi sistem de lucru se determină eforturile în elementele susţinerii pentru diferite înălţimi de lucru, precum şi pentru cazul cînd grinda capătă o înclinare datorită convergenţei.

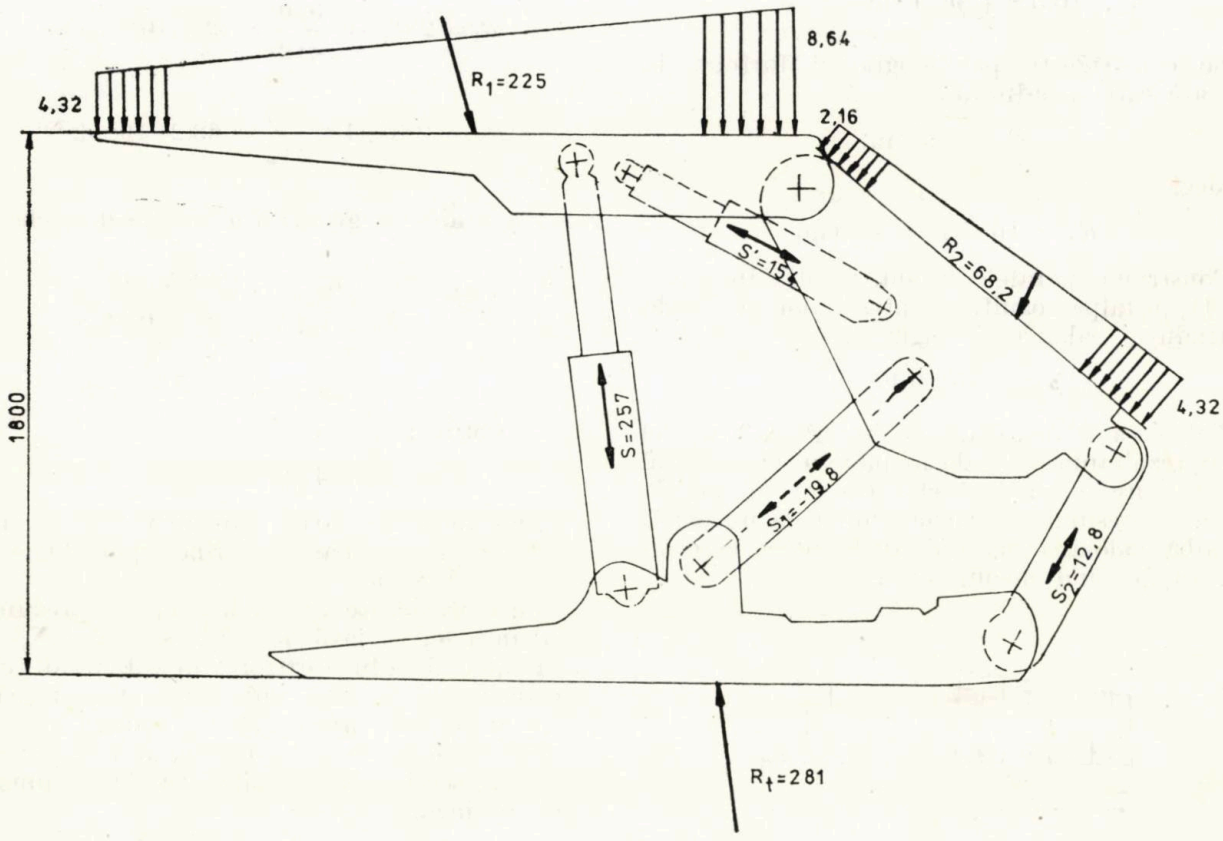


Fig. 4

Analizînd dinamica eforturilor pe secţia de susţinere, rezultă că forma acesteia corespunde, neexistînd cazuri de concentrări de presiuni exagerate, dar în mod special schimbări ale sensurilor forţelor.

O solicitare redusă a stîlpilor se produce atunci cînd i se imprimă grinzii o înclinare de 10°, observaţie confirmată în practica exploatării.

Pentru susţinerile mecanizate de abataj, a căror înălţime determină necesitatea utilizării grinzilor perfecţionate (extensibile, cu sprijinitori de front portant), cazul complexelor CMA-4, calculul se face pentru gama de înălţimi posibile dar şi pentru toate cazurile realizabile tehnologic :

— grinda retrasă ;
— grinda extinsă ;
— grinda extinsă cu sprijinitorul ridicat.

În figurile 5 ; 6 şi 7 se dau rezultatele calculelor pentru CM-4, în cele trei faze tehnologice, de unde rezultă marea variaţie a eforturilor pe parcursul procesului tehnologic.

Analizînd rezultatele calculelor după noua metodă, pentru diferitele tipuri de complexe, comparîndu-le cu rezultatele măsurătorilor de presiune în abataj, rezultă următoarele concluzii care trebuie luate în considerare la proiectarea, executarea şi exploatarea susţinerii mecanizate.

● Dimensionarea susţinerii se va realiza, obligatoriu, pentru toate cazurile posibile tehnologic, cunoscînd faptul că modificarea înălţimii abatajului, a înclinării grinzii sau a extinderii acesteia pot schimba radical echilibrul de forţe.

● Mărimea şi direcţia rezultantei forţelor depind numai de conturul suprafeţelor de contact cu rocile (grindă, scut, talpă) şi, în nici un caz, de poziţia reazemelor în interiorul secţiei, rezultanta se transmite la talpă pe aceeaşi direcţie şi cu aceeaşi valoare rezultată din compunerea solicitărilor pe grindă sau scut.

● Solicitările în reazeme cresc atunci cînd acestea nu sînt amplasate pe direcţia rezultantelor (stîlpi înclinaţi sau apropiaţi de lemniscată), fără a influenţa repartiţia tensiunilor exterioare.

● Forma susţinerii, raporturile între înălţimea, lungimea grinzii, a scutului şi a tălpii,

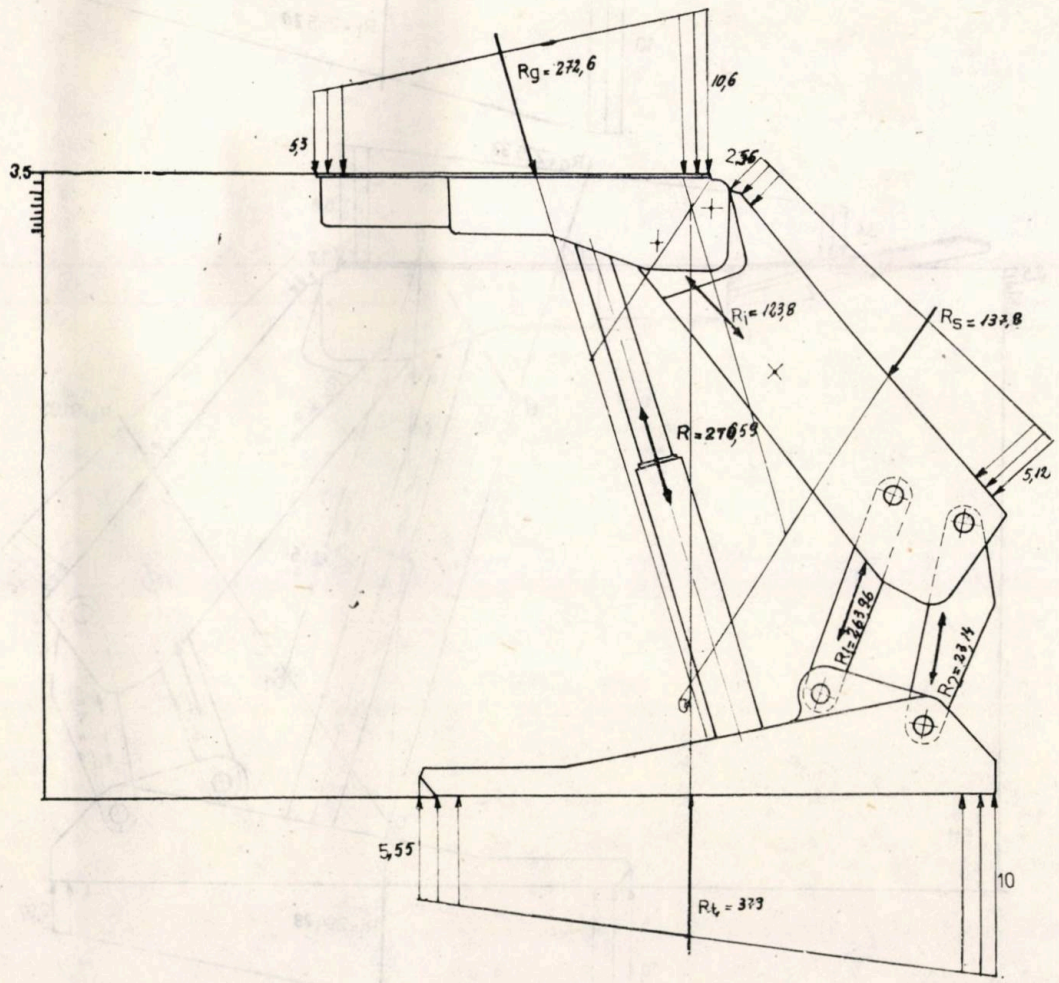


Fig. 5

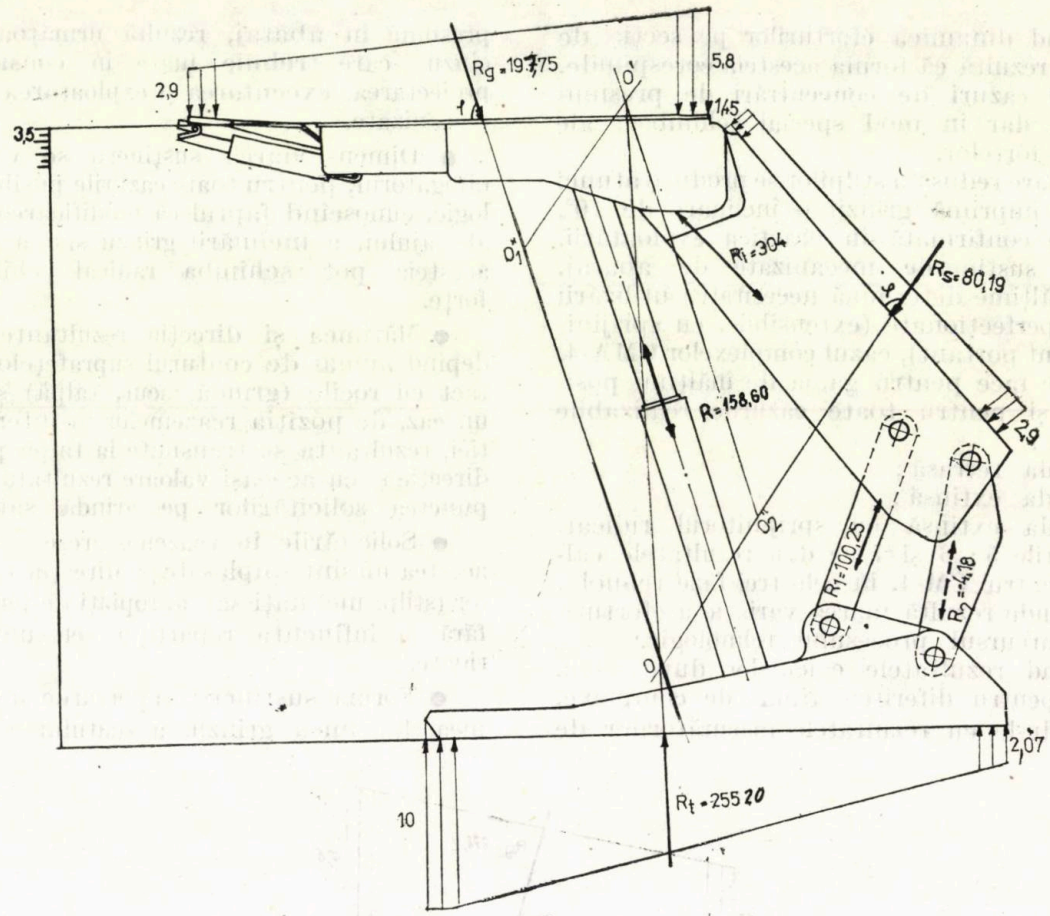

Rg = 197,75
5,8
2,9
3,5
1,45
Rt = 304
Rs = 80,19
R = 158,60
2,9
Rt = 100,25
R2 = 4,18
2,07
10
Rt = 255,20

Fig. 6

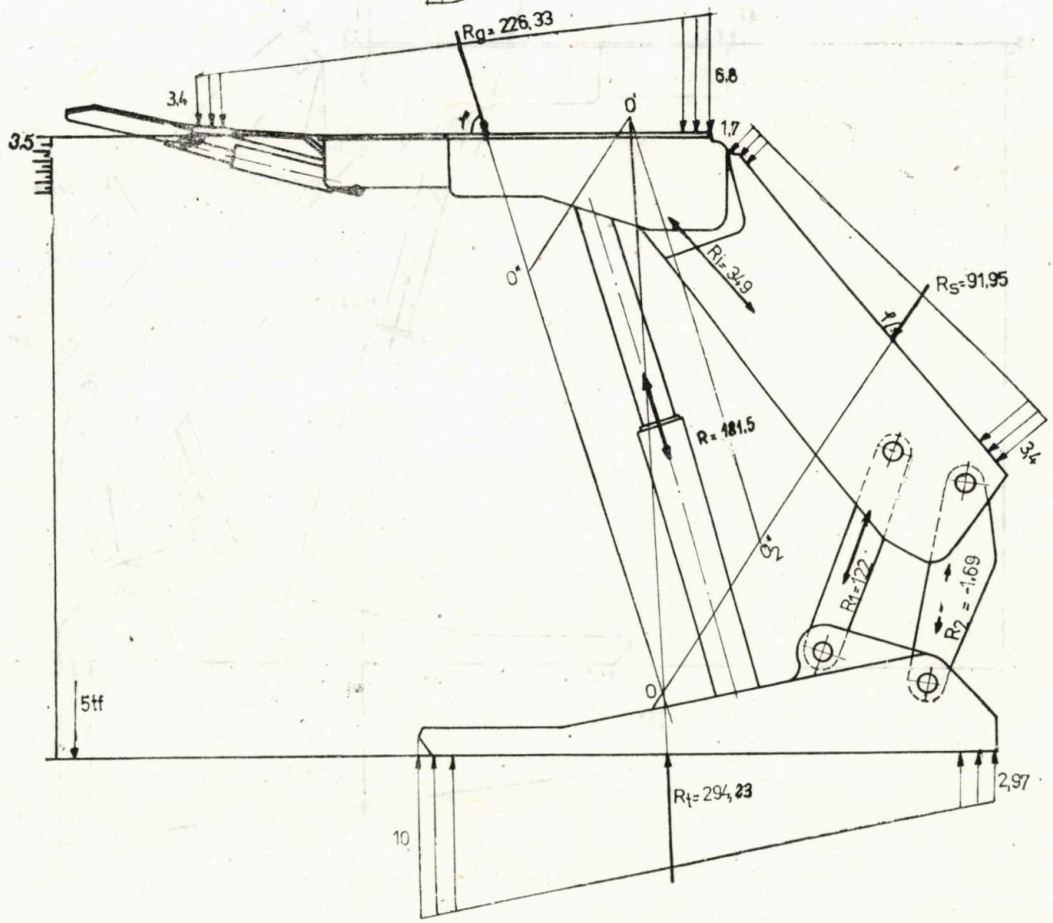

Rg = 226,33
6,8
3,4
3,5
1,7
Rt = 349
Rs = 91,95
R = 181,5
3,4
Rt = 122
R2 = 1,69
5tf
2,97
10
Rt = 294,23

Fig. 7

sînt esențiale pentru valoarea și repartiția forțelor pe secție.

● Înălțimile mari ale susținerii determină valori mari ale presiunii și incidența rezultantei forțelor pe partea posterioară a tălpii.

● Grinda de lungime mare conduce la eforturi deosebite de susținere.

● Raportul optim de așezare a grinzii pe reazeme este de 1 :2 ; grinda va fi prevăzută constructiv să ocupe poziții neparalele față de talpă, unghiul de deviere optim fiind de 10°.

● Forța de preîntepenire a susținerii nu trebuie să depășească 50 % din capacitatea portantă.

● Metoda propusă pentru dimensionarea susținerii de abataj, funcție de capacitatea portantă a vetrei, care optimizează eforturile în elementele portante prin corelarea formei susținerii cu evoluția naturală a golului subteran în procesul tehnologic poate constitui o metodă pentru adaptarea complexelor mecanizate de abataj la condițiile de zăcămînt dar, în primul rînd, pentru a evita subdimensionări sau supradimensionări, cu importante repercusiuni economice.

În legătură cu articolul „Dimensionarea susținerii mecanizate de abataj după criteriul stabilității", *Colegiul de redacție al revistei adresează specialiștilor din domeniul cercetării, proiectării și fabricației susținerilor mecanizate, precum și celor care exploatează astfel de echipamente, rugămintea de a comunica la redacție observațiile, părerile și propunerile privind problema tratată în articol.*

În speranța că apelul nostru va fi recepționat, colegiul transmite mulțumiri anticipate.

Colegiul de redacție
al revistei MINE, PETROL și GAZE

Prevenirea și combaterea exploziilor de praf de cărbune

Ing. **Tr. Avramescu**
Inspectoratul de stat teritorial pentru protecția muncii Hunedoara

I. Introducere

Praful este cauza în subteran a două feluri de pericole :

— maladii profesionale (silicoză și pneumoconioze) ;

— explozia amestecului aer-praf combustibil.

Suspensiile de praf de cărbune au stat la originea marilor catastrofe miniere. În țările cu industrie carboniferă dezvoltată, s-au făcut numeroase studii pentru a înțelege mai bine mecanismul fenomenului și au fost impuse măsuri severe prin regulamente.

În ciuda acestor măsuri, catastrofele au făcut victime în continuare. Din acest motiv, în toate țările cercetările au și astăzi un caracter activ pentru a putea concepe măsurile de precauție și prevenire cele mai eficace. Atunci cînd are loc declanșarea și propagarea unei explozii de praf, Vidal, în Cursul de exploatări miniere vol. I., distinge, pe de o parte, focul, iar pe de altă parte, explozia de praf propriu-zisă.

II. Mecanismul unei explozii de praf

1. *Cum se produce aprinderea prafului*

Cauzele principale ale aprinderii sînt :

— arderea de grizu ;

— împușcările, mai ales împușcările cu explozivi ordinari într-un nor preformat ;

— arcul electric.

2. *Cum se propagă flacăra*

Trebuie să admitem că un corp solid combustibil, chiar dacă nu poate arde în aer, în condiții normale, cînd este în forma sa compactă, poate da naștere însă la o explozie de praf cînd este sub forma unei pulberi suficient de fină și cînd condițiile sînt favorabile (nori preformați).

Aceste pulberi foarte fine sînt numite adesea „folles farines" (făină nebună).

Exploziile astfel produse sînt, în general, explozii eterogene, adică sînt amorsate într-un punct al sistemului și se propagă din aproape în aproape. Exploziile eterogene sînt de două tipuri : deflagrații și detonații ; la deflagrații viteza undei este slabă sau moderată (între 0,1 cm/s pînă la 100 m/s) ; la detonații viteza undei crește (peste 1 km/s).

Pe scurt, se poate spune că propagarea flăcării se face din aproape în aproape, prin fișii succesive. Partea arzîndă transmite, mai ales prin radiere, căldura sa părții următoare. Sub acțiunea căldurii grăunții de cărbune se încălzesc, se distilează și se aprind.

3. *Cînd se poate spune că un amestec de aer-praf este inflamabil*

Procentul de neutralizare C este valoarea minimă a proporției de incombustie totală (cenușă + umiditate + steril adăugat) pentru care nu s-a observat nici o propagare.

4. *Factorii care influențează declanșarea și propagarea unei explozii de praf*

4.a. Tipul cărbunelui

Capacitatea la aprindere și la propagare crește odată cu conținutul de materii volatile (MV). Aptitudinea de aprindere se poate caracteriza prin greutatea minimă a explozivului capabil

să aprindă un nor de praf răscolit în prealabil. Toate reglementările miniere recunosc influența preponderentă a materiilor volatile, care sînt întotdeauna luate ca bază pentru determinarea pericolului.

4.b. Finețea cărbunelui

Praful de cărbune este cu atît mai inflamabil cu cît este mai fin. Acest lucru este foarte logic dacă se admite că propagarea flăcării se face prin radiația căldurii, radiație care depinde de suprafața totală; cu cît suprafața este mai mare, cu atît radiația crește, și cu cît granula de praf este mai mică, cu atît arde mai repede.

Iată rezultatele obținute de stația de încercări din Bruceton — S.U.A.

Fracții mai mici de 75 Ym	Procentul de neutralizare
20%	60%
40%	69%
80%	79%

4.c. Concentrația în praf

Încercările făcute cu trei factori de pericol simultan (procentul de materii volatile ridicat, finețea mare a prafului de cărbune și explozia violentă) au dus la stabilirea concentrației limită de 50 g/m^3.

4.d. Conținutul de grizu

După Vidal, stațiile de încercări din diferite țări au căzut de acord să estimeze variația V_c a procentului de neutralizare în funcție de conținutul de metan prin formula:

$$\frac{V_c}{100-C} = \frac{g}{6}$$

unde g este conținutul de metan.

Astfel, pentru un procent de neutralizare de 70%, creșterea acestui procent în funcție de conținutul de metan va fi:

$V_c = g\,\frac{100-70}{6} = 5g$, adică la $g = 2\,\%$ metan, $V_c = 10$.

4.e. Violența exploziei

Legat de aceasta, Medard spunea: „viteza spațială a flăcării, adică viteza de propagare a flacării de la zona în reacție, este mult crescută cînd norul de praf este în stare de turbulență; ea poate atinge mii de metri pe secundă".

Este mai ușor de oprit o explozie în apropierea punctului său de plecare, decît la distanță mare, cînd ea va avea o violență crescută. Din acest motiv cele mai multe reglementări prevăd producerea neutralizării cît mai aproape de frontul de lucru.

Concluzii

Factorii care influențează formarea și propagarea unei explozii de praf sînt foarte numeroși și de două feluri:

- pe de o parte cei care depind de praf în sine, cum ar fi: natura prafului (adică conținutul în materii volatile), procentul de neutralizare, granulometria, procentul inferior la 80—75 Ym sau 50 microni, concentrația prafului;
- pe de altă parte, cei în afara prafului, cum ar fi: conținutul de metan din atmosferă, violența exploziei, structura lucrărilor, atrenînd o eterogenitate a depunerilor, atît în spațiu, cît și în timp.

5. *Efectele exploziilor de praf*

5.a. Efecte mecanice

Viteza frontului de flăcări a fost măsurată între 20 și 30 m/s, fiind destul de mică, dar ea devine considerabilă la distanță mare. La cîteva sute de metri de la locul de declanșare ea poate atinge 1 000 m/s. La o asemenea viteză de propagare, efectele dinamice sînt capabile să producă distrugeri materiale considerabile: smulge ușile, deplasează materiale, dărîmă susținerea, distruge utilajele etc.

5.b. Efecte toxice

Explozia de praf de cărbune produce o ardere care se face într-un timp scurt și care degajă evident gaze fierbinți, atît bioxid de carbon, cît și monoxid de carbon. Monoxidul de carbon, în combinație cu hemoglobina, formează carboxihemoglobina, care, la o concentrație în sînge de circa 60%, duce la o moarte rapidă.

5.c. Efecte termice

Ca orice ardere, arderea unui nor de praf produce o cantitate mare de căldură, capabilă să producă incendii și să cauzeze arsuri externe și chiar interne ale celui care se află în contact cu gazul arzînd antrenat de curentul de aer.

III. Măsuri preventive și de precauție împotriva exploziilor de praf

1. *Măsuri preventive de ordinul 1 și 2*

Prevenirea exploziilor de praf se face cu mijloace identice celor ce se aplică la amestecurile gazoase explozive.

Teoretic, dacă s-ar putea suprima toate sursele de aprindere, s-ar putea opera cu securitate în prezența prafului inflamabil dar, din păcate, este imposibil pentru că sursele de aprindere sînt foarte diverse și nu există o siguranță deplină asupra a ceea ce se poate întîmpla.

Suprimarea surselor de aprindere nu se poate face decît cu mijloace suplimentare (de ordinul 2) dar insuficient singure; ele se suprapun altor măsuri de securitate, respectiv cu ventilarea prafurilor explozive, care sînt măsuri de ordinul 1, pentru prevenirea exploziilor pe praf.

2. *Suprimarea surselor de aprindere*

Sursele de aprindere cele mai frecvente în minele de cărbuni sînt explozivii, focurile de mină, exploziile de metan și arcurile electrice.

3. *Neutralizarea prafului exploziv de cărbune sau măsurile de prim ordin*

Pentru a se evita formarea prafului exploziv și propagarea lui se folosesc mai multe metode:

— injectarea de apă sub presiune în zăcămînt;

— tăierea umedă a cărbunelui;

— umezirea punctelor de deversare a cărbunelui.

Dar aceste metode de reducere a cantității de praf sînt mijloacele care au reieșit din cele expuse. Este deci important a se neutraliza depunerile de praf de cărbune de pe fluxurile de transport, de pe căile de aeraj, de pe lîngă punctele de încărcare.

Neutralizarea prafului de cărbune se face:

— prin șistificare, adică prin adăugarea de prafuri fine neinflamabile;

— prin umezire;

— prin procedeul de fixare a prafului printr-o pastă.

3.a. Neutralizarea prin șistificare

3.a.1. Felul sterilului

În acest scop sînt folosite șisturile, nisipul, calcarul și gipsul.

Deoarece lupta împotriva silicozei se duce cu rezultate bune, șisturile și nisipurile conținînd siliciu liber sînt abandonate pentru calcar, a cărui acțiune este multiplă pentru a opri propagarea unei aprinderi, pentru a domoli, răci și a micșora înaintarea încălzirii particulelor de cărbune.

Calcarul, spart și zdrobit cu o granulație apropiată, absoarbe o mare cantitate de căldură apoi, la temperatură ridicată, el se disociază formînd varul, degajînd O_2. Această răcire chimică este endotermică și absoarbe încă o cantitate însemnată de căldură. În fine, bioxidul de carbon și umiditatea calcarului se degajă, acționînd ca extinctor și exercită o acțiune îmbietoare asupra arderii materiilor volatile.

3.a.2. Finețea sterilului

În Belgia, calcarul spart și mărunțit, folosit în minele de cărbuni, trebuie să treacă 100% printr-un ciur de 124 μm și 80% printr-un ciur de 61 μm.

În Franța limita superioară este fixată după cum urmează: peste 90% din praf să treacă prin sita cu ochiurile de 250 μm din care 50—70% să treacă prin sita cu ochiuri de 63 μm.

În România întreaga cantitate trebuie să treacă prin sita de 0,5 mm și cel puțin 50% să treacă prin sita de 75 μm.

3.a.3. Alegerea procentului de neutralizare reglementar

Cele mai multe reglementări miniere au fixat coeficientul de neutralizare reglementar neținînd cont decît de un singur factor — conținutul de materii volatile (MV) al cărbunilor extrași. Acesta este cazul reglementărilor belgiene care a fixat procentul de neutralizare de 60% pentru 14% MV, ajungînd la 78% peste 26% materii volatile. Recomandările franceze din 1980 au fixat coeficientul de neutralizare ținînd cont de conținutul de materii volatile și de conținutul de CH_4. Astfel se fixează procentele de neutralizare de 55% la <18% MV și de 70% la peste 18% MV.

Aceste procente se majorează cu 10% în cazul în care conținutul de CH_4 este de 2% și cu 5% în celelalte cazuri (cînd conținutul de metan este mai mic). Normele românești fixează procentul de neutralizare de cel puțin 70% în minele negrizutoase și cel puțin 80% în minele grizutoase.

3.a.4. Împrăștierea produsului neutralizat

În practică, neutralizarea se face prin împrăștierea produsului neutralizat pe vatra și pe pereții galeriei, pe rețeaua de conducte, pe tuburile de aeraj etc., cu ajutorul mașinilor cu aer comprimat sau manual. Vechile practici, care constau din a împrăștia produsul neutralizat cu ajutorul lopeților sau cu mîna, trebuie să fie abandonate, datorită lipsei de omogenitate a stratului format.

3.a.5. Controlul procentului de neutralizare

Deoarece depunerile de praf nu sînt uniforme, în urma prelevărilor de probe se pot distinge două tipuri de lucrări:

- lucrările de tipul A sînt cele situate lîngă sursa de emisie a prafurilor, iar depunerile de praf pe acestea sînt mai mari și mai neregulate;
- lucrările de tipul B sînt lucrările situate la distanță mai mare de aceeași sursă și depunerile de praf sînt mai slabe și mai uniforme.

Recomandările franceze ale organului permanent pentru securitate pentru minele de cărbune din martie 1980 sînt următoarele:

— în lucrările de tip A se prelevează două probe: una de pe vatră și altele de pe pereți, în timp ce în lucrările de tip B se prelevează o singură probă;

— pentru vatră se sugerează ca grosimea probei să nu depășească 10 mm, iar de pe alte suprafețe, 5—6 mm;

— prelevarea se va face delicat cu o pensulă sau o perie suplă.

În Belgia, controlul periodic al eficacității șistificării se face lunar; dintr-un tronson de galerie se prelevează patru eșantioane din două zone, adică două eșantioane pe zone la 20 m, distribuite între ele la aproximativ 100 m. Primul eșantion este un amestec de 20 de prelevări, realizat pe o lungime de 20 m (sau 20 cadre de susținere), urmărind prelevarea pe metru sau pe cadre, repartizate în spirală cu punct de plecare la nivelul secțiunii

din peretele galeriei şi punct de sosire la nivelul secţiunii din celălalt perete, care trece prin bolta galeriei în centrul zonei. Al doilea eşantion este luat de pe vatră, fiind un amestec de 20 de prelevări realizate pe aceeaşi lungime de 20 m fiecare, prelevarea urmînd o diagonală între secţiunile unde au fost făcute prelevările primului eşantion.

Analiza eşantionului

Probele colectate se trec printr-un ciur cu ochiurile de 0,250 mm şi se supun analizei cenuşei amestecului prin calcinare la temperatura de 490 $\pm$ 10°C, timp de 4 ore. Pentru analiză se cîntăresc 1—2 g din proba de amestec, se introduc în cuptorul de calcinare la rece şi se ridică temperatura la 490 $\pm$ 10°C, astfel ca această temperatură să fie atinsă în minimum 60 min. După calcinare se lasă proba să se răcească şi, după ce a fost ţinută 20 min, se întăreşte.

Calculul conţinutului de cenuşe se face cu relaţia:

$$A = \frac{G_3 - G_1}{G_2 - G_1} 100$$

în care

A — cenuşa, %;
G_1 — greutatea creuzetului, g;
G_2 — greutatea probei de amestec, g;
G_3 — greutatea cenuşii rezultate, g.

3.b. Neutralizarea cu apa

Redăm mai jos rezultatul unor încercări efectuate în Polonia, confirmate prin cîteva experienţe de staţia de încercări franceză.

$$s + h \cdot K = S,$$

reprezintă posibilitatea de aprindere a prafului în care:

s — conţinutul incombustibil solid al prafului umed;
h — umiditatea;
K — factor în funcţie de eficacitatea fişiei: $K = 2$ — umezire perfectă; $K = 1{,}3—1{,}5$ — umezire mediocră;
S — procentul de şistificare echivalent, în stare uscată

Dacă praful este ridicat uscat şi dispersat de suflul exploziei, explozia nu este oprită numai dacă praful conţine suficient incombustibil solid sau lichid.

Valoarea lui K, superioară lui 1, arată, dealtfel, că un punct de apă în praful umed este mai eficace decît un punct de calcar, datorită căldurii absorbite prin evaporarea apei şi a rolului inertizant al vaporilor de apă din atmosferă. Această analiză subliniază din nou caracterul schematic din care decurg noile prescripţii reglementare franceze şi definirea neutralizării cu apă în minele grizutoase.

3.b.1. Verificarea zonelor neutralizate cu apă

Într-o zonă neutralizată cu apă, eficacitatea neutralizării se verifică astfel:

— la atingere şi suflu, lipseşte praful de cărbune uscat şi nefixat;

— prin presare în mînă a unui pumn de praf, acesta îşi păstrează forma.

Ea variază după natura şi granulaţia prafului între 10% pentru prafurile grosiere şi 20% sau 26% pentru prafurile fine şi foarte fine.

3.c. Neutralizarea cu săruri higroscopice

În urma experienţei dobîndite în mai multe ţări din Comisia Europeană, organul permanent a estimat că este oportun să propună guvernelor statelor membre o recomandare pentru fixarea prafului cu ajutorul sărurilor higroscopice, în vederea prevenirii exploziilor de praf, considerînd că acest procedeu, care în R.F.G. a fost impus prin norme regulamentare, este un mijloc de neutralizare a prafului inflamabil admis printre celelalte metode utilizate.

Procedeul de fixare a prafului cu ajutorul sărurilor higroscopice constă în a fixa praful de cărbune depus cu ajutorul unei soluţii apoase de săruri puternic higroscopice, astfel ca prafurile să nu se poată ridica în suspensie.

Soluţiile apoase pot fi reglate la coeficienţi determinaţi de umiditatea relativă a atmosferei şi să rămînă umezi şi activi pentru un timp îndelungat.

3.c.1. Paste, pulberi şi paiete

● Paste

Pastele saline folosite, în general, în minele de cărbune sînt pe bază de soluţii, fie de clorură de calciu, fie de clorură de magneziu, practic echivalente. Acestor paste li se adaugă un agent de umezire, care reduce tensiunea lor superficială.

Două produse au dat pînă în prezent rezultate bune:

1) pasta din clorură de calciu (27—29%) +1% agent de umezire + 2% Mg $(OH)_2$ şi restul apă;

2) pasta din clorură de magneziu (22%) +1% agent de umezire +2% Mg $(OH)_2$ şi H_2O.

● Pulberea

Alături de pastele saline se foloseşte, din ce în ce mai mult, pulberea de clorură de calciu, datorită costului ei scăzut.

Pulberea se compune din $CaCl_2$(81—85%) + +3% agent de umezire + apă de cristalizare. Conform umidităţii relative, 1 kg de pudră neutralizează 3—7 kg de praf.

● Paiete (granule)

Pentru tratarea vetrei din apropierea punctelor de transfer (deversare) pe bandă, se folosesc granule, care se compun din 76—78% $CaCl_2$ + 2% agent de umezire + apă de cristalizare.

3.c.2. Aplicarea produsului fixant

● Aplicarea pastei

Pasta este adusă la staţiile de pompare sau direct la locul de folosire în vagoneţi special amenajaţi — cu capac — sau în vagoneţi cu aparate de injecţie. O pompă aplică pasta pe pereţi şi pe armături cu ajutorul unui furtun flexibil. Pentru un strat de 2—3 mm grosime se folosesc 2—4 kg/m² de pastă. Randamentul la aplicare a pastei este de 25—100 m de galerie/post.

● Aplicarea pulberii

Pulberea este livrată în saci de plastic de 30 kg. Sacii se transportă în mină cu mijloace obişnuite. Pentru primul tratament consumul este de 300—500 g/m², iar pentru al doilea de 200—300 g/m².

Pulberea este aplicată cu ajutorul suflantei formată dintr-o cameră inelară prevăzută cu o ţeavă de aspiraţie ce permite aspirarea direct din sacii tăiaţi. Pulberea este apoi aplicată cu ajutorul unui furtun flexibil de 6 m lungime şi Ø interior de 50 mm. Ejectorul funcţionează cu aer comprimat. Pentru aplicarea pulberii, randamentul este de 100 m galerie/post, inclusiv lucrările anexe. Consumul este de circa 5 kg/m de la galerie cu profil de 11 m².

● Aplicarea paietelor (granulelor)

Granulele sînt livrate în saci de hîrtie de 25 kg, protejate împotriva umezelii. Deoarece sînt puternic higroscopice, trebuie depozitate în mediu uscat. Granulele trebuie împrăştiate pe vatra lucrării miniere, în prealabil curăţate cu lopata sau cu aparate pneumatice, în proporţie de 4 kg/m² de vatră.

● Protecţia împotriva coroziunii

Toate produsele saline de neutralizare a prafului descrise mai sus au un efect coroziv asupra metalelor. Efectele corozive pot fi reduse:

— evitînd aplicarea produselor corozive acolo unde se găsesc utilaje şi instalaţii electro-mecanice;

— protejînd materialele metalice şi utilajele prin acoperire cu huse, cu materiale plastice etc.;

— încredinţînd aplicarea produselor de neutralizare unui personal responsabil şi instruit.

În ce priveşte aparatele electrice, acestea pot fi protejate astfel:

— prin folosirea unui material rezistent la coroziune sau prin protejarea suprafeţei prin galvanizare, vopsire sau o imprimare fosforantă;

— pentru protejarea filetelor şi a garniturilor de asamblare se foloseşte o unsoare cu presiune slabă, cum ar fi cele pe bază de răşini.

În ceea ce priveşte cablurile se aplică:

— protecţia armăturilor prin galvanizare şi îmbrăcarea lor cu ajutorul unei răşini sintetice, PVC etc.

Trebuie evitat, dealtfel, ca jetul de materii saline să nu atingă direct instalaţiile şi utilajele.

● Avantajele utilizării sistemului de neutralizare cu săruri higroscopice.

— Soluţia de săruri higroscopice are avantajul de a nu se evapora, durata eficacităţii nefiind condiţionată decît de cantitatea de praf de fixat.

— Aplicarea sa este indicată mai ales pe galeriile şi traseele unde depunerile de praf, datorită tăierii şi transportului, cantitatea de praf este mare şi praful este ridicat de curentul de aer şi transportat.

— În afară de fixarea prafului de cărbune, procedeul are un efect bun asupra sănătăţii muncitorilor, reducînd gradul de prăfuire, crescînd vizibilitatea şi reducînd umiditatea aerului respirat de personalul din zonă.

● Dezavantajele utilizării sistemului de neutralizare cu săruri higroscopice.

— Are efect coroziv asupra metalelor.

— Pentru reducerea efectului coroziv, utilajele şi instalaţiile trebuie protejate suplimentar.

— Muncitorii care lucrează cu astfel de materiale trebuie să poarte încălţăminte specială, din cauza solului alunecos.

În zonele unde se aplică aceste soluţii saline, trebuie evacuat personalul pe o zonă de circa 100 m înainte de aplicare.

4. *Măsuri de limitare a exploziilor de parf de cărbune*

4.a. Principii

Barajele sînt măsuri de ordinul 3, în cazul eşecului măsurilor de prevenire a exploziilor de praf de cărbune de ordinele 1 şi 2. Aceste măsuri de precauţie constituie o zonă de oprire a flăcării.

4.b. Barajele clasice cu prafuri sterile

Barajele cu prafuri sînt făcute din poliţe orizontale încărcate cu prafuri incombustibile. Poliţele sînt legate de susţinere într-un mediu stabil, în aşa fel încît să se poată răsturna la trecerea suflului care precede flacăra. Pentru ca barajul să-şi atingă scopul trebuie examinate succesiv:

— modul de construcţie;
— felul şi calităţile extinctorului folosit;
— alegerea amplasării barajului.

● Modul de construcţie

După Cybulski, calităţile barajului sînt următoarele:

— realizarea de construcţii simple, pentru a evita greşelile de montaj;

— să funcţioneze sub efectul oricărei explozii, cît ar fi de slabă, însă suflul unei împuşcări normale nu trebuie să-l răstoarne;

— să se împrăştie praful sub formă de nor.

● Calitatea prafului

— să se poată dispersa ușor;

— să nu conțină componenți toxici;

— să nu conțină alcalii libere;

— să nu conțină SiO_2 liber peste 5%;

— să nu fie higroscopic;

— să aibă umiditatea de maxim 1%;

— să nu conțină substanțe combustibile peste 1%;

— finețea să fie astfel ca să treacă integral prin sita cu ochiuri de 0,5 mm și 50% prin sita cu ochiuri de 75 mm.

● Amplasarea barajelor

Tipuri de baraje:
- primare, pentru izolarea fronturilor sau a sectoarelor
- secundare, la 40—150 m de fronturile de lucru.

4. c. Baraje cu apă

În 1962 au început să se experimenteze în minele din R.F.G. barajele cu apă. După 10 de ani cercetare ,în 1970 s-a obținut acordul folosirii în subteran a barajelor de tipurile 3 și 4 pentru izolarea exploziilor. Barajele sînt formate din vase umplute cu apă, prevăzute cu capace, puse pe suporturi. Un baraj concentrat este format din mai multe grupuri de vase. Barajul conține minim 200 l de apă pe m^2 secțiune de galerie.

Cantitatea de apă nu trebuie să fie sub 5 l pe m^3 de galerie în zona barajului.

Dispunerea barajelor concentrate în lucrările miniere se face la intervale de 200 m maxim în galeriile de acces la abataje și de 400 m maxim în celelalte lucrări miniere orizontale sau înclinate.

● Barajele cu apă, repartizate

Barajele cu apă, repartizate, constituie o perfecționare a sistemului descris și constă din a împărți totalitatea lucrărilor subterane printr-o rețea de baraje. Se echipează în întregime, o serie de lucrări miniere, mai ales preabatajele. Barajele împărțite evită să progreseze de fiecare dată mai multe grupuri de vase pentru a forma un baraj și de a pretinde o cantitate de apă determinată pentru acest baraj. Se instalează grupuri de vase la intervale putînd atinge 30 m. Cantitatea de apă la fiecare grup este de 1 l/m^3 de volum de tronson de galerie.

● Prețuri comparative ale barajelor cu apă și ale barajelor cu steril

Din studiile franceze efectuate a reieșit că barajele cu apă sînt mai ieftine cu 5—30% decît barajele cu steril, această diferență provenind mai ales de la lucrările de întreținere a barajelor.

● Avantajele barajelor cu apă

Comparate cu prafurile sterile, barajele cu apă oferă următoarele avantaje:

— cantitatea de agent extinctor poate fi mai mică;

— în timp ce pentru barajele cu praf steril, praful trebuie transportat în saci sau în vagonete siloz, apa pentru baraje este în toate lucrările miniere;

— montarea lor este mai ușoară;

— nivelul apei este ușor vizibil;

— întreținerea barajelor cu apă este redusă;

— posibilitățile de adaptare la diferite secțiuni și forme ale galeriilor sînt foarte numeroase, grupurile de vase putînd fi constituite din vase individuale.

4.d. Cercetări în domeniul barajelor cu declanșare

Un baraj cu declanșare este compus dintr-un dispozitiv detector de explozie, care pune în mișcare un dispozitiv extinctor.

Au fost încercate multe tipuri de detectori, căci exploziile se manifestă printr-o creștere a presiunii atmosferice, a temperaturii, prin strălucirea flăcării sau prin deplasarea aerului.

Împrăștierea substanțelor extinctoare se face cu un dispozitiv pirotehnic sau cu gaz comprimat.

Aceste cercetări au fost făcute în stațiile de încercări din R.F.G., Belgia, Franța, Marea Britanie, în strînsă colaborare.

Recuperarea zincului din soluții acide

Prof. dr. doc. ing. **L. Dobrescu**
asist. dr. ing. **Sanda Vișan**
A.S.E. București

ing. **Gr. Iordăchescu**
Flotația centrală Baia Mare

I. Generalități

Cererea crescîndă de metale neferoase pentru economia națională, concomitent cu diminuarea rezervelor de materii prime și micșorarea conținutului în element util a minereurilor existente, pune cu tot mai multă acuitate problema utilizării unor surse secundare și găsirea unor tehnologii care să permită valorificarea acestora. Valorificarea materiilor prime sărace și complexe de metale neferoase este posibilă prin utilizarea metodelor hidrometalurgice, prin perfecționarea aparaturii, a proceselor existente, a reactivilor chimici (solvenți, oxidanți, schimbători de ioni, extragenți etc.).

Metodele hidrometalurgice sînt intens cercetate, dovadă fiind abundența de informații în literatura de specialitate. În principiu se solubilizează materialul solid (cenușă, zgură, steril de flotație etc.) cu acizi, baze sau soluții de cloruri și apoi se precipită selectiv metalele neferoase. Precipitarea selectivă trebuie să asigure separarea individuală a metalelor, sub formă de combinații, care să-și găsească aplicabilitate sau să se prelucreze metalurgic la metal; precipitarea să se realizeze cu randamente mari, folosind reactivi ieftini, disponibili, în cantități mari și care să nu dea produse poluante.

Recuperarea zincului din materiale reziduale purtătoare de zinc sub formă de sulfuri, oxizi, silicați etc., singur sau însoțit de fier, cupru, plumb etc., în diverse concentrații, ridică probleme. În cazul în care nu se pot aplica metodele metalurgice se face apel la procedeele hidrometalurgice. Materialele prăjite sau crude se solubilizează acid sau bazic, după care urmează precipitarea zincului din soluții.

Zincul precipită din soluții la tratare cu reactivi, începînd de la $pH = 5$. Hidroxizii alcalini — KOH și NaOH — precipită hidroxidul de zinc, alb, gelatinos, numai în absența unui exces de reactiv. Hidroxidul de zinc are proprietăți amfotere, dizolvîndu-se în exces de bază sau în acizi. Hidroxidul de amoniu precipită, în absența sărurilor de amoniu, hidroxidul de zinc. Precipitatul este solubil în săruri de amoniu și nu se formează în prezența lor, datorită micșorării alcalinității, prin retrogradarea disociației hidroxidului de amoniu [1]. Hidroxidul de zinc se mai dizolvă și în exces de hidroxid de amoniu, cu formare de ion complex :

$$Zn(OH)_2 + 6\ NH_3 = [Zn(NH_3)_6](OH)_2.$$

Carbonatul de sodiu precipită carbonatul bazic de zinc, alb, a cărui compoziție este variabilă. Precipitarea are loc la $pH = 9$ [2]:

$$4\ ZnSO_4 + 4\ Na_2CO_3 + H_2O =$$
$$= Zn_4(CO_3)_2 + CO_2 + 4Na_2SO_4.$$

Oxidul de calciu (varul) este utilizat industrial pe scară largă pentru precipitarea zincului. Se utilizează 50—100 g CaO/l de soluție, pentru aducerea pH-ului la valoarea 5—6, cînd precipită $Zn(OH)_2$ [3; 4].

În afară de precipitare, zincul se mai poate recupera și prin metode fizice: cristalizarea sulfatului de zinc, electroliza soluțiilor de săruri de zinc sau prin procedee fizico-chimice: extracția cu schimbători de ioni și extracția în solvenți organici ai unor combinații chelatice.

Un procedeu românesc propune recuperarea zincului din soluții acide de sulfați de fier și zinc prin cristalizarea sulfatului de fier și de zinc monohidrați la adăugarea peste soluția conținînd 40 g/l fier, 20 g/l zinc și 190—200 g/l H_2SO_4, de acid sulfuric concentrat, pînă la o concentrație finală de 730 g/l acid. Randamentul de cristalizare al zincului este de 90—91%. Sulfații de zinc și de fier obținuți se calci-

nează la 700° cînd sulfatul de fier se descompune la oxid feric. Materialul se spală cu apă, iar zincul se recuperează din filtrat [5].

Electroliza soluțiilor de sulfat de zinc este un procedeu care permite obținerea zincului metalic cu randament mare, cu consum relativ scăzut de energie electrică, cu condiția ca soluția să conțină fier în concentrații foarte scăzute [6; 7].

Electroliza pentru obținerea zincului metalic se poate realiza și din soluții de zincat de sodiu. Astfel, zgurile se pot solubiliza cu soluții de NaOH 240g/l timp de o oră, cu randament de recuperare a zincului de 90%. Soluția purificată de plumbatul de sodiu prin cementarea plumbului cu zinc, se electrolizează [8].

Pentru soluții diluate de săruri de zinc se cercetează reținerea lor pe schimbători de ioni. Se utilizează rășini anionice de tip metilenaminopiridinice [9], vinilpiridinice [10], Wofatit MC 50 [11].

Extracția cu solvenți organici se realizează în multiple variante, reprezentînd o metodă deosebit de eficace pentru separarea zincului din soluții diluate și de aceea mult întîlnită în literatură [12—17]. Se folosesc diferiți compuși organici cu fosfor: acid dietilhexilfosforic [18], amestec de R^1OP: $S(OR)^2SH$ și R^3OP :$O(OR^4)OR^5$, unde grupele hidrofobe R^1 și R^2 conțin 4—24 atomi de carbon, saturate, nesaturate, alifatice aliciclice sau aromatice. Grupele R^3, R^4, R^5 conțin 3—24 atomi de carbon, iar R^4 și/sau R^5 pot fi H[18].

Zincul poate fi extras din soluții de cloruri conținînd fier, cupru și zinc prin extracție cu tributilfosfat într-un solvent organic. În final, zincul este recuperat sub formă metalică prin electroliză [20].

Literatura de specialitate indică și alte tipuri de substanțe organice utilizate pentru extracția ionilor de zinc din soluții apoase, în special pentru analize de zinc, ca de exemplu: amide tioacidfosforoase [21], săruri cuaternare de amoniu [22], metilnaftenat și acid naftenohidroxamic [23], acidul palmitic [24], benzoilpirazolona [25] etc.

S-a studiat separarea zincului dintr-o soluție apoasă acidă rezultată la solubilizarea cu acid sulfuric a unor cenuși metalurgice conținînd cupru și zinc, soluție din care s-a cementat cupru cu șpan de fier.

II. Condiții de lucru

S-a lucrat pe o soluție cu concentrație mare în ioni de zinc și impurificată cu cantități mari de fier, rezultată după cementarea cuprului (tab. 1).

Tabelul 1

Compoziția soluției cu conținut de zinc

g/l						H_2SO_4 g/t	pH
S	SiO_2	Fe	Cu	Pb	Zn		
10,08	0,40	47,38	0,04	0,01	19,28	18 240	1,5

Datorită conținutului mare în fier și zinc, soluția nu a putut fi prelucrată cu ajutorul schimbătorilor de ioni, prin extracție sau electrochimic. Singurele metode aplicabile au fost metodele chimice, de precipitare selectivă a zincului. Ca reactivi de precipitare s-au utilizat: soluție de amoniac 25 %, carbonat de sodiu de proveniență „Reactivul"—București, var, clorură de var de puritate tehnică, cenușă de zinc provenită din metalurgia zincului, cu compoziția prezentată în tabelul 2.

Tabelul 2

Compoziția cenușii de zinc (granulometrie 250—400 μm), %

Zn	Pb	Cu	Fe	S	SiO_2	As	CaO
67,60	4,92	0,03	3,66	0,51	2,80	0,10	0,42

S-a utilizat aparatură de laborator pentru precipitări: balon de 150 cm^3 capacitate, cu două gîturi, agitator elice acționat de un motor electric, refrigerent pentru condensarea vaporilor. Filtrările s-au făcut la vidul creat de o trompă de apă.

pH-ul soluțiilor s-a măsurat cu un pH-metru tip Seybold Wien.

Analizele de fier și zinc s-au efectuat prin absorbție atomică la un spectrofotometru AAS-1.

III. Studii experimentale

Prezența fierului în concentrații mari împiedică precipitarea zincului cu randamente mari și cu puritate ridicată. Încercările de a precipita fierul anterior cu var sau clorură de var, în

cantități de la 2 la 6 grame la 100 cm^3 soluție, îndepărtau aproximativ 70 % din fier, împreună cu o cantitate de zinc de 40 %, într-un timp de maximum 3 ore și temperaturi de maximum 90°C, sub agitare.

S-a tratat soluția cu 1 g cenușă de zinc, pentru a micșora aciditatea (p*H*-ul a crescut de la 1,5 la 2,2), în felul acesta valorificîndu-se și cenușa de zinc, fără consum suplimentar de reactivi chimici. S-a filtrat reziduul rămas după o oră de agitare, reziduu care conține plumb, aur și argint și care s-a concentrat de zece ori față de cenușa inițială. Acest reziduu se poate prelucra prin solubilizarea plumbului cu soluții calde de clorură de sodiu pentru transformarea sulfatului de plumb la oxiclorură, filtrarea soluției de oxiclorură de plumb de reziduul din care se pot recupera argintul și aurul prin cianurare.

Soluția parțial neutralizată cu cenușă zincoasă s-a tratat cu 5 cm^3 soluție NH_3 25 % la 100 cm^3 soluție pentru precipitarea fierului. După 24 ore s-a filtrat precipitatul de hidroxid feros și feric. S-a îndepărtat în acest mod 45,4 % din fierul existent, în timp mai îndelungat, dar fără consum energetic (nu s-a agitat și nu s-a încălzit soluția).

După îndepărtarea fierului s-a tratat soluția cu 1 g Na_2CO_3 și s-a urmărit în timp precipitarea fierului și zincului (tab. 3 și fig. 1).

Tabelul 3

Precipitarea în timp a fierului și zincului cu carbonat de sodiu (*1* g la *100* cm^3 soluție), după precipitarea anterioară a 45 % din fier

Timp, h	Fe, %	Zn, %
1	19,2	32,1
2	14,2	45,3
3	12,7	49,8
8	4,6	54,8
27	5,8	61,2

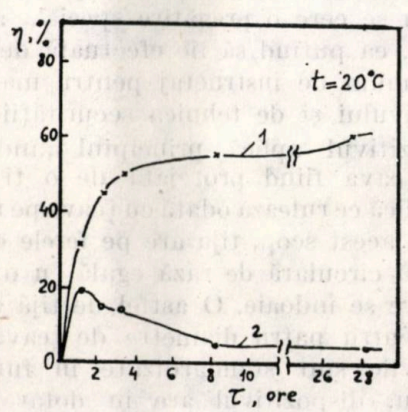


Fig. 1. Precipitarea în timp a zincului cu carbonat de sodiu: *1* – precipitarea zincului; *2* – precipitarea fierului.

În timp, precipitatul de hidroxid feros se oxidează. O parte din fierul precipitat se redizolvă însă la timpi mai mari de o oră, scăzînd gradul de impurificare a carbonatului de zinc.

Reacția de precipitare a zincului la temperatura camerei are o viteză de reacție mai mică. Astfel, după 3 ore precipită numai 50 % din zinc. După acest timp, cantitatea de zinc precipitat crește în timp în mod lent.

S-a studiat precipitarea zincului cu amoniac, după precipitarea parțială a fierului în condițiile prezentate anterior. La soluția rezultată după îndepărtarea hidroxidului feros s-au adăugat 5 cm^3 soluție de amoniac. Rezultatele precipitării sînt prezentate în tabelul 4 și figura 2.

Cantitatea de zinc precipitată crește în timp, iar impurificarea cu fier scade în timp.

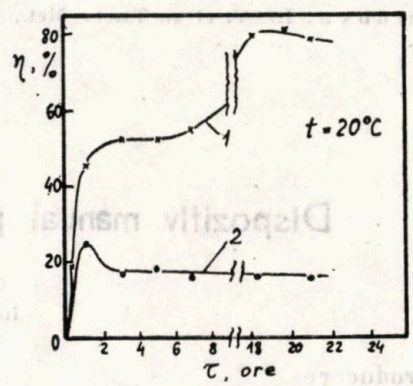


Fig. 2. Precipitarea în timp a zincului cu amoniac: *1* – precipitarea zincului; *2* – precipitarea fierului.

Tabelul 4

Precipitarea zincului cu amoniac 25 % (*5* cm^3 soluție amoniac la *100* cm^3 soluție) după precipitarea anterioară a 45 % din fier

Timp, h	Fe, %	Zn, %
1	24,5	46,2
3	16,8	52,4
5	19,1	51,7
7	15,2	79,3
17	17,8	54,5
23	15,9	77,9

Concluzii

S-a studiat precipitarea zincului dintr-o soluție acidă de sulfați de zinc și de fier, în principal. Din această soluție s-a precipitat întîi fierul în proporție de 45%, utilizînd o cenușă zincoasă pentru neutralizarea unei părți din aciditate și apoi soluție de amoniac 25%. După separarea fierului s-a precipitat zincul în condiții statice, cu amoniac 25%, timp de 24 ore. S-a recuperat peste 75% din zincul existent în soluție, impurificat cu o cantitate scăzută de fier. Procedeul permite conco-

mitent și o valorificare completă a cenușii zincoase.

Bibliografie

[1] Ripan, R. *Chimie analitică calitativă*. Ed. tehnică, București, 1957.
[2] Khulelidze, K. *Khim. Prom-st*; *Ser. Prom-st*. Gornokhim Syrya 1980, nr. 1, p. 13.
[3] Volcovinski, Gh. et al. Rom. 66834 (Cl. C 22 B 3), 1978.
[4] Volcovinski, Gh. Rom. 67418 (Cl C 02 C 3) 008, 1979.
[5] Johnson Morris, A. et al. U.S. 3929599, dec. 1975.
[6] Nagashima Takeo et al. Japan Kokai 79120227 (Cl C 22 B 19), 1, 1979.
[7] Ichijo Michio Japan Kokai, 75126596, oct. 1975.
[8] Hissel, Y. et al. Proc. Process Technol. Conf. 1980, p. 178, Iron Steel Soc. AIME.
[9] Burkin, A. R. Int. Met. Rev., 1976 sep, p. 118.
[10] Demidova, L. V. et al. Tsvet. Met., 1979, 107, p. 19.
[11] Barcicki, J. et al. Pol. 99749, (Cl C 02 C 5), 08 1978.
[12] Meehl, P. et al. Neue Huette, 1976, 21(9), p. 546.
[13] * * * Flett. D.S. Chem Ind., London, 1977 (17), p. 706.
[14] * * * Flett D. S. Dep. Ind. Warren Spring Lab. Sterenge Hertfordshire Engl., 1977 LR 254 (Me) Goop. Engl.
[15] Gudima, V. N. et al. Tsevet. Met., 1975 p. 535.
[16] Kikindai, Tivadar Tech. Ing. Metall, 1976.
[17] Lebedev, B. N. et al. Metall. i Metallove denie, 1974 (3), p. 151.
[18] Reinhart, H. et al Ger Offen 2717302 nov. 1977.
[19] * * * Elkem Spigerverket A S Belg. 882559 (Cl C 22 B), 1980.
[20] Solozhenkin, P. M. et al. Izv. Akad. Nauk Tadzh URSS, Otd. Fiz-Mat Geol-Khim. Nauk, 1978 (2), p. 21.
[21] Pushparaja Sudersanan M. Indian J. Chem. Sect. A, 1980, 19 (9) A, p. 929.
[22] Lipowski, S. et al. S. African 7505868, iul., 1976.
[23] Mesiejko, G. Chem. Anal. (Varșovia), 1979, 24 (6), p. 1019.
[24] Uhlemann, E. et al. Anal. Chim. Acta, 1980, 116 (1), p. 153.

Dispozitiv manual pentru îndoit țevi la rece — DITR

Conf. dr. ing. **V. Zamfir**
Institutul de Mine Petroșani

I. Introducere

Ca urmare a extinderii acționărilor hidraulice în minerit, la atelierele de întreținere și reparații de pe lîngă unitățile miniere se ivesc frecvente cazuri de îndoire a țevilor pe trasee complicate, cu schimbări dese de direcție, pentru ca acestea să ocupe din spațiul util cît mai puțin sau să urmeze anumite trasee, astfel încît ele să fie protejate contra loviturilor în timpul funcționării utilajului din care fac parte.

În cele ce urmează se prezintă un dispozitiv executat în cadrul Atelierului de microproducție de la Institutul de Mine din Petroșani, cu ajutorul căruia operația de îndoire a țevilor sub anumite unghiuri și raze de curbură este mult ușurată și de calitate superioară față de tehnologiile cunoscute.

Tehnologiile existente presupun următoarele faze pentru realizarea unei curbări fără alterarea secțiunii transversale a țevii (sau cu modificări relativ neînsemnate) :

— umplerea țevii cu nisip cernut;

— încălzirea zonei de îndoire — de obicei cu flacără oxiacetilenică;

— îndoirea pe dorn sau șabloane.

Operațiile menționate mai sus necesită un volum mare de lucru și durate de timp lungi, consum de energie pentru încălzirea țevii, precum și pregătirea profesională a executantului. Rezultatele obținute nu sînt în toate cazurile de calitate bună, țeava în secțiunea curbată rezultă cutată, iar forma secțiunii — modificată.

Dispozitivul de îndoit țevi la rece, denumit pe scurt DITR, permite îndoirea țevilor la rece, asigurînd o calitate superioară operației de îndoire, fără cutări și fără modificări ale formei secțiunii transversale a țevii îndoite. Timpul de desfășurare al operației de îndoire, în comparație cu tehnologia clasică, este redus la minimum. Pentru efectuarea operației de îndoire nu se cere o pregătire specială a executantului, ea putînd să fie efectuată de oricine, cu minimum de instructaj pentru manevrarea dispozitivului și de tehnica securității muncii.

Dispozitivul aplică principiul „îndoirii pe dorn", țeava fiind protejată de o tijă paralelipipedică ce rulează odată cu țeava pe roata-șablon. În acest scop, tija are pe fețele ei canale de formă circulară de rază egală cu diametrul țevii care se îndoaie. O astfel de tijă se poate folosi pentru patru diametre de țeavă. Deoarece țevile sînt standardizate în funcție de diametru, dispozitivul are în dotare un set cu mai multe prisme dreptunghiulare, pentru acoperirea unei game cît mai largi de diametre.

II. Descrierea dispozitivului

Dispozitivul (fig. 1) are următoarele părți componente:

— baza *1*, fixată de un suport (banc) prin șuruburile *4* (patru șuruburi);

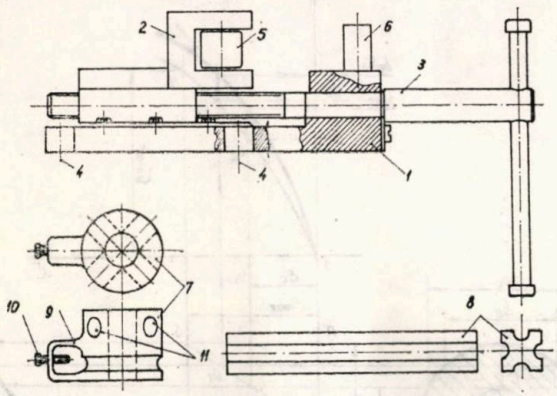


Fig. 1. Schița dispozitivului

— falca *2* mobilă, cu posibilitatea de glisare în baza *1* prin canale dreptunghiulare sau sub formă de coadă de rîndunică, fiind manevrată prin șurubul *3*;

— rolele *5*, montate liber pe fața frontală a fălcii mobile (două la număr);

— axa *6* montată la capătul bazei *1* și pe care se montează rolele-șablon *7*;

— rolele șablon *7*, confecționate în seturi. în funcție de diametrul țevilor de îndoit;

— prisma *8*, construită în seturi de două sau patru diametre de țeavă.

În figura 1 sînt reprezentate, în două vederi, rola-șablon *7* și prisma *8*. Rolele-șablon sînt prevăzute cu brida *9*, în care se ancorează țeava de îndoit prin intermediul șurubului *10*.

III. Modul de lucru

Dispozitivul se montează pe un suport rezistent, bine ancorat, sau pe un banc de lucru prin șuruburile *4*, în mod analog cu fixarea unei menghine obișnuite.

În funcție de diametrul țevii care trebuie îndoită se alege canalul prismei de ghidare *8*. Rola-șablon *7* se alege în funcție de raza de curbură a cotului, ce se dorește a se realiza, și de diametrul țevii.

Se așază țeava de îndoit în canalul corespunzător al prismei *8*, care apoi se așază pe rolele *5* din falca mobilă, manevrată cu șurubul *3* în poziție retrasă, convenabilă.

Se strînge ușor țeava și prisma între rolele fălcii mobile *5* și rola-șablon *7*.

Se ancorează țeava de rola-șablon cu ajutorul bridei de ancorare.

Cu ajutorul unei bare se rotește rola-șablon cu unghiul necesar realizării cotului dorit.

Demontarea cotului se face în ordine inversă:

— se slăbește șurubul de fixare a bridei;

— se deschide dispozitivul cu ajutorul șurubului *3*;

— se scoate cotul de țeavă realizat, de pe rola-șablon.

IV. Elementele de calcul privind încovoierea elasto-plastică a țevilor cu dispozitivul DITR

În cele ce urmează se va aplica teoria deformațiilor elasto-plastice mici [2, cap. VIII și cap. IX] pentru determinarea corelației dintre valoarea momentului de îndoire, diametrul rolei-șablon și diametrul țevii, pentru ca după îndoire cotul să aibă forma proiectată.

Cu toate că operația de îndoire pe rola-șablon are loc în domeniul plastic, raza rolei-șablon trebuie să fie mai mică decît raza cotului proiectat, deoarece după încovoiere acesta suferă o mică destindere elastică.

1. *Calculul deformațiilor*

Se consideră elementul de țeavă de lungime elementară d_z (fig. 2) înainte și după deformație. După încovoiere, secțiunile $A'B'$ și $C'D'$ formează unghiul elementar $d\varphi$ și toate fibrele țevii se deformează, avînd un punctul O centrul comun de curbură.

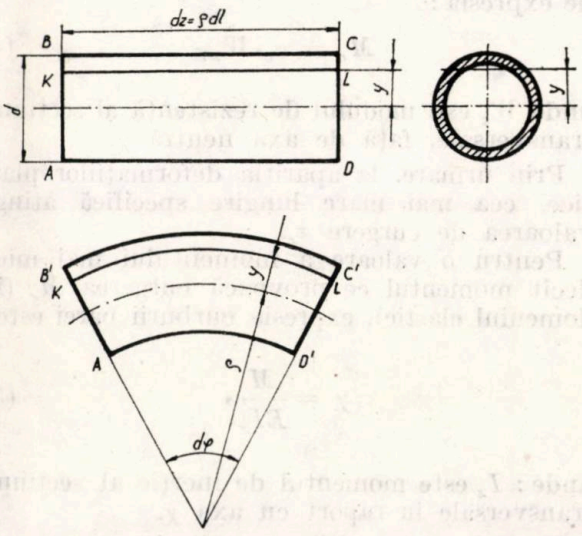


Fig. 2. Curbarea elementului de țeavă cu lungime elementară

Se presupune că fibrele stratului neutru își păstrează lungimea inițială $d_z = \rho d\varphi$, unde ρ este raza de curbură a axei deformate.

Deformația specifică a unei fibre oarecare KL, situată la distanța y față de fibra neutră, este:

$$\varepsilon = \frac{K'L' - KL}{KL} = \frac{(\rho + y)\,d\varphi - \rho\,d\varphi}{\rho\,d\varphi} = \frac{y}{\rho}. \qquad (1)$$

Mărimea $\frac{1}{\rho}$ este curbura axei deformate a ţevii, pe care în continuare convenim s-o notăm cu χ. Cu această notaţie, relaţia (1) capătă aspectul:

$$\varepsilon = y\chi \qquad (2)$$

Lungirea specifică devine maximă, pentru $y = \frac{d}{2}$:

$$\varepsilon_{max} = \frac{d}{2}\chi. \qquad (3)$$

Presupunînd că şi peste limita de elasticitate starea de eforturi unitare pe secţiunea ţevii se păstrează monoaxială, la fel cu cea de sub limita de elasticitate, efortul unitar σ se va putea exprima în funcţie de lungirea specifică ε, folosind curba caracteristică a materialului.

Considerînd cazul limită de apariţie a deformaţiilor plastice în fibrele cele mai îndepărtate de axa neutră χ, adică eforturile unitare maxime în aceste puncte ating valoarea de curgere σ_c, momentul încovoietor corespunzător este dat de expresia:

$$M_c = \sigma_c \cdot W_x, \qquad (4)$$

unde W_x este modulul de rezistenţă al secţiunii transversale, faţă de axa neutră χ.

Prin urmare, la apariţia deformaţiilor plastice, cea mai mare lungire specifică atinge valoarea de curgere ε_c.

Pentru o valoare a momentului mai mică decît momentul ce provoacă curgerea M_c (în domeniul elastic), expresia curburii barei este:

$$\chi = \frac{M}{EI_x}, \qquad (5)$$

unde: I_x este momentul de inerţie al secţiunii transversale în raport cu axa χ.

Notînd cu χ_c curbura ţevii, la care începe formarea deformaţiilor plastice, în conformitate cu relaţiile (2) şi (5), rezultă:

$$\chi = \frac{2\varepsilon_c}{d} = \frac{M_c}{EI_x}. \qquad (6)$$

Presupunînd cunoscută curba caracteristică a materialului (fig. 3), atunci în funcţie de curbura barei (în fig. 3 s-a considerat o bară cilindrică cu secţiunea circulară plină), se poate construi diagrama de variaţie a eforturilor unitare normale în secţiunea transversală a barei şi se poate determina valoarea momentului încovoietor ce le provoacă. În acest scop, se calculează cu relaţia (3) deformaţia specifică maximă care se reprezintă pe axa abscisele lor ε, la scară, prin segmentul OL.

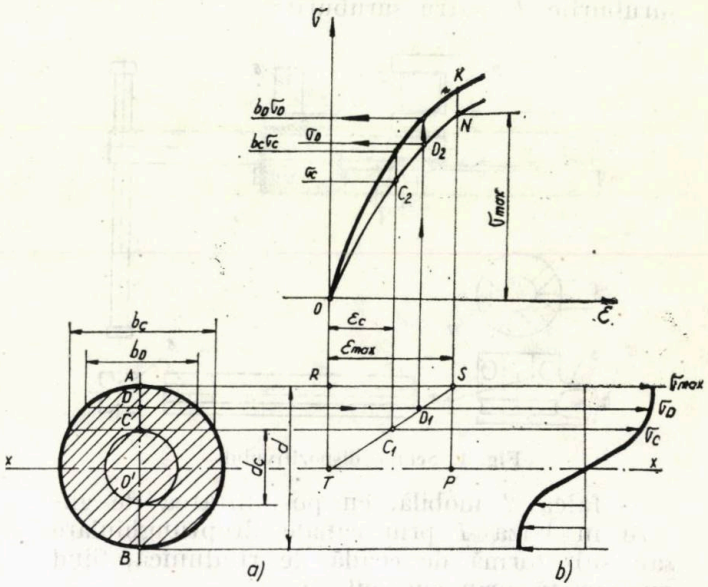


Fig. 3. Dependenţa între eforturile unitare şi deformaţii pe secţiunea barei

Din punctele O şi L se duc linii verticale pînă ce acestea intersectează axa xx a secţiunii în punctul T şi, respectiv, P.

Din punctul A de pe fibra extremă a barei se duce o paralelă la axa xx, care intersectează verticalele din O şi L în punctele R şi respectiv S.

Dreapta TS reprezintă diagrama de variaţie a lungirilor specifice în diferitele fibre ale secţiunii transversale a barei. Cu ajutorul acesteia se pot determina grafic eforturile unitare în orice punct al secţiunii transversale. Spre exemplu, valoarea efortului unitar în punctul D al secţiunii se află cu ajutorul paralelei DD_1 la axa xx şi a verticalei D_1D_2. Repetînd construcţia pentru mulţimea punctelor cuprinse între O' şi A se poate obţine diagrama eforturilor din secţiunea transversală reprezentată în figura 3 *b*.

Dacă $\varepsilon_{max} > \varepsilon_c$, în porţiunile apropiate de axa neutră deformaţiile sînt elastice şi eforturile unitare sînt mai mici decît limita de curgere a materialului (zona elastică), iar în cealaltă parte (zona plastică) deformaţiile se compun din deformaţii elastice şi plastice şi eforturile unitare sînt mai mari decît limita de curgere a materialului.

Înălţimea zonei elastice este notată în figura 3 *a* cu d_c. Cu această notaţie relaţia (2) capătă aspectul:

$$\varepsilon_c = \frac{d_c}{2}\chi. \qquad (7)$$

Prin raportarea relației (7) la relația (3) și ținînd cont de (6) se obține:

$$\frac{\varepsilon_c}{\varepsilon_{max}} = \frac{d_c}{d} = \frac{\sigma_c}{E\varepsilon_{max}} = \frac{\chi_c}{\chi}, \qquad (7')$$

din care se poate obține mărimea zonei elastice d_c.

La curbarea unei țevi de diametru exterior d pe roata-șablon pentru realizarea unui cot de diametru D_m, lungirea specifică maximă este dată de relația (3):

$$\varepsilon_{max} = \frac{d}{D_m}. \qquad (8)$$

Practic, acest raport variază între limitele 0,1—0,5 și, prin urmare, valoarea lungirii maxime nu este mai mică de 0,1. Deformația specifică ε_c corespunde limitei de curgere a materialului și nu depășește valoarea 0,005. Deci, raportul dintre deformația specifică corespunzătoare limitei de curgere ε_c și cea corespunzătoare deformației maxime ε_{max}, dat de relația (7), $\varepsilon_c/\varepsilon_{max} \leqslant 0{,}05$. Astfel, în baza relației (7) rezultă că înălțimea zonei elastice $d_c \leqslant 0{,}05\ d$. În baza acestei relații se permite să se neglijeze zona elastică, considerînd că în toate punctele secțiunii barei, la încovoierea ei pe rola-șablon, eforturile unitare sînt mai mari sau cel puțin egale cu eforturile unitare de curgere, $\sigma \geqslant \sigma_c$. Această ipoteză este echivalentă cu eliminarea porțiunii elastice din curba caracteristică a materialului.

Pe baza celor de mai sus, din diagrama de întindere cu întărire liniară, fără palier de curgere înlocuitoare a diagramei de întindere reale (fig. 4*a*) trebuie eliminată porțiunea elastică, obținîndu-se diagrama simplificată din figura 4 *b*.

Legătura dintre eforturile unitare și deformații în diagramă, cu întărire liniară din figura 4*a*, se poate da prin relațiile:

— pentru zona elastică $0 \leqslant \varepsilon \leqslant \varepsilon_c$,

$$\sigma = E\varepsilon; \quad \omega = 0 \qquad (9)$$

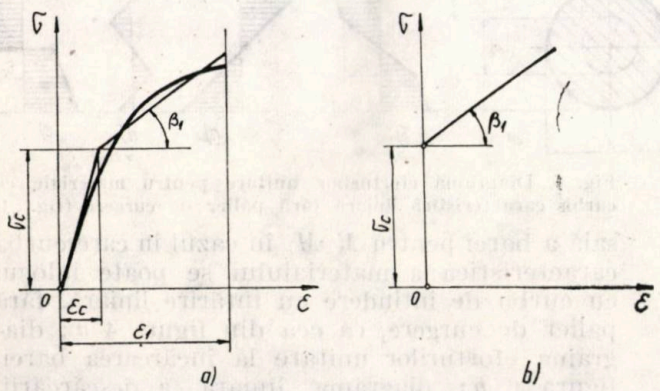


Fig. 4. Curba caracteristică de întindere fără palier de curgere:
a — curba înlocuitoare cu întărire liniară; *b* — curba simplificată

— pentru zona plastică $\varepsilon \geqslant \varepsilon_c$,

$$\sigma = \sigma_c + E_1(\varepsilon - \varepsilon_c); \quad \omega = \lambda\left(1 - \frac{\varepsilon_c}{\varepsilon}\right), \qquad (10)$$

în care E_1 este modulul de plasticitate al materialului, în N/m², egal numeric, la scara aleasă, cu tg β_1,

$$\lambda = 1 - \frac{E_1}{E} \qquad (11)$$

este parametrul întăririi și ω este o funcție adimensională de deformație.

Un caz particular al diagramei cu întărire liniară din figura 4 *a* este diagrama fără întărire, numită și diagramă a corpului ideal plastic (fig. 5 *a*), pentru care modulul de plasticitate este nul $E_1 = 0$.

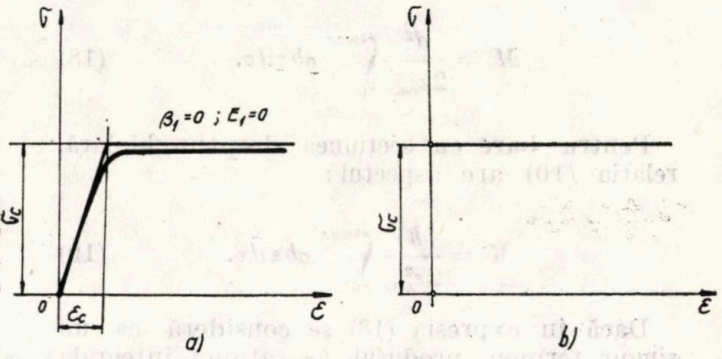


Fig. 5. Curba caracteristică în întindere cu palier lung de curgere:
a — curba înlocuitoare fără întărire; *b* — curba simplificată

Pentru acest corp se va obține:

— pentru $0 \leqslant \varepsilon \leqslant \varepsilon_c$,

$$\sigma = E\varepsilon; \quad \omega = 0, \qquad (12)$$

— pentru $\varepsilon \geqslant \varepsilon_c$,

$$\sigma = \sigma_c; \quad \omega = 1 - \frac{\varepsilon_c}{\varepsilon}. \qquad (13)$$

Această diagramă se poate folosi pentru materialele cu palier lung de curgere, cu condiția ca deformațiile piesei să nu depășească valoarea ε_c^* (valoarea alungirii specifice corespunzătoare sfîrșitului perioadei de curgere și începutul întăririi).

În calculele aproximative, peste limita de elasticitate, se consideră de obicei $E_1 = 0$ pentru care diagrama simplificată are aspectul din figura 5 *b*, denumită diagrama corpului plastic rigid.

2. *Calculul momentului încovoietor*

Momentul încovoietor este dat de relația:

$$M = \int_A y\, dA \qquad (14)$$

în care, dA este elementul de arie de lungime b și lățime dy la distanța y de axa neutră χ iar, σ efortul unitar normal de încovoiere.

Înlocuind $dA = bdy$ în relația (14) se obține:

$$M = 2\int_0^{\frac{d}{2}} \sigma b y\, dy. \tag{15}$$

Exprimînd pe y, din relația (2),

$$y = \frac{\varepsilon}{\chi}, \tag{16}$$

se obține:

$$dy = \frac{d\varepsilon}{\chi}. \tag{17}$$

Înlocuind (16) și (17) în (15) și ținînd cont de (3) se obține:

$$M = \frac{d^2}{2\varepsilon_{max}^2}\int_0^{\varepsilon_{max}} \sigma b \varepsilon\, d\varepsilon. \tag{18}$$

Pentru bare cu secțiunea dreptunghiulară, relația (10) are aspectul:

$$M = \frac{h^2}{2\varepsilon_{max}^2}\int_0^{\varepsilon_{max}} \sigma b \varepsilon\, d\varepsilon. \tag{19}$$

Dacă în expresia (18) se consideră ca un singur termen produsul $b\sigma$, atunci integrala reprezintă momentul static al ariei OKL din figura 3 față de axa σ, în care curba OK s-a obținut din curba ON, prin multiplicare cu lățimea secțiunii b.

Considerînd curba de întindere, schematizată, cu întărire liniară, fără palier de curgere din figura 4 a și relațiile (9) și (10) între eforturile unitare și deformații, pentru diagrama cu întărire liniară din figura 5 a, pentru $\varepsilon_{max} > \varepsilon_c$, expresia momentului încovoietor (18) devine:

$$M = \frac{d^2}{2\varepsilon_{max}^2}\int_0^{\varepsilon_0} Eb\,\varepsilon^2\, d\varepsilon + \int_{\varepsilon_0}^{\varepsilon_{max}} [\sigma_c + E_1(\varepsilon - \varepsilon_c)]\, b\varepsilon\, d\varepsilon \tag{20}$$

Ținînd cont că pentru bara cu secțiune circulară

$$b = 2\sqrt{\left(\frac{d}{2}\right)^2 - y^2}, \tag{21}$$

în care, înlocuind, $y_{max} = \frac{d}{2}$

$$b = \frac{2}{\chi}\sqrt{\varepsilon_{max}^2 - \varepsilon^2}, \tag{22}$$

folosind expresiile (3), (4), (6) și ecuația (2), relația (20) se poate pune sub forma:

$$\frac{M}{M_c} = \frac{2}{3\pi}\left\{3\,\frac{\chi}{\chi_c}\left(\arcsin\frac{\chi_c}{\chi} + \frac{E_1}{E}\arccos\frac{\chi_c}{\chi}\right) + \left(1 - \frac{E_1}{E}\right)\left[5 - 2\left(\frac{\chi_c}{\chi}\right)^2\right]\sqrt{1 - \left(\frac{\chi_c}{\chi}\right)^2}\right\}. \tag{23}$$

Pentru secțiunea deptunghiulară, $b = \text{const.}$ În acest caz relația (20) capătă aspectul:

$$\frac{M}{M_c} = \frac{1}{2}\left\{2\,\frac{E_1\chi}{E\chi_c} + \left(1 - \frac{E_1}{E}\right)\left[3 - \left(\frac{\chi_c}{\chi}\right)^2\right]\right\}. \tag{24}$$

Expresiile (23) și (24) stabilesc relația dintre momentul încovoietor și curbura grinzii, pentru $M \geqslant M_c$, în care valoarea lui M_c se determină cu relația (4). Pentru $M < M_c$ această relație este liniară (v. relația 5).

Pentru cazurile în care curba caracteristică este fără întărire, $E_1 = 0$ (fig. 5) pentru $M > M_c$, relațiile (23) și (24) se simplifică căpătînd aspectul:

$$\frac{M}{M_c} = \frac{2}{3\pi}\left\{3\,\frac{\chi}{\chi_c}\arcsin\frac{\chi_c}{\chi} + \left[5 - 2\left(\frac{\chi_c}{\chi}\right)^2\right]\sqrt{1 - \left(\frac{\chi_c}{\chi}\right)^2}\right\}, \tag{25}$$

pentru bara cu secțiune circulară și

$$\frac{M}{M_c} = \frac{1}{2}\left[\left(3 - \left(\frac{\chi_c}{\chi}\right)^2\right], \tag{26}$$

pentru bara cu secțiune dreptunghiulară.

În figura 6 sînt reprezentate diagramele eforturilor unitare care apar în secțiunea transversală a barei pentru M M_c în cazul în care curba caracteristică a materialului se poate înlocui cu curba de întindere cu întărire liniară, fără palier de curgere, ca cea din figura 4 a; diagrama eforturilor unitare la încărcarea barei, figura 6 b; diagrama liniară a descărcării, figura 6 c; diagrama eforturilor unitare remanente, figura 6 d.

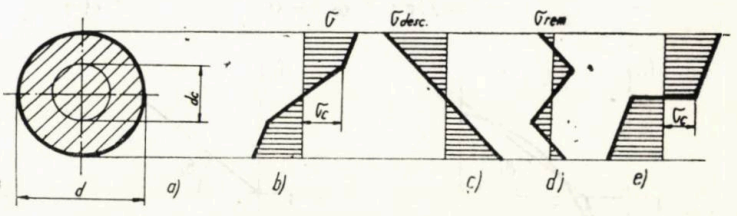


Fig. 6. Diagrama eforturilor unitare pentru materiale cu curbă caracteristică liniară fără palier de curgere (fig. 4)

Pentru cazul curbelor caracteristice fără întărire, ca cea din figura 5 *a*, diagrama eforturilor unitare, care apar în secțiunea transversală a barei, pentru $M > M_c$, este arătată în figura 7 *b*, diagrama liniară a descărcării, în figura 7 *c* și diagrama eforturilor unitate remanente, în figura 7 *d*.

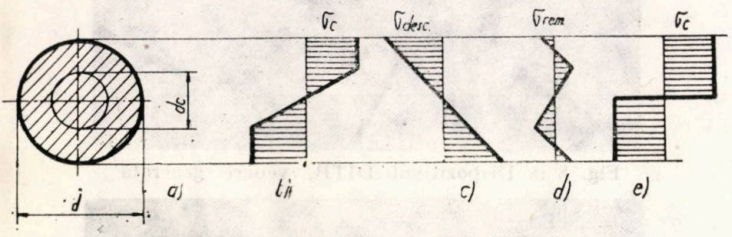


Fig. 7. Diagrama eforturilor unitare pentru materiale cu curbă caracteristică fără întărire (fig. 5)

În cazurile practice de îndoire, cînd porțiunea coturilor realizate este de dorit a fi mică, adică în acele cazuri în care $d_c << d$ și deci $\chi >> \chi_c$ se poate considera că eforturile unitare depășesc limita de curgere în toate punctele secțiunii transversale.

În acest caz, în ecuațiile (23) și (24) se poate neglija mărimea $\frac{\chi_c}{\chi}$ în raport cu unitatea și se pot face aproximările:

$$\arccos \frac{\chi_c}{\chi} = 1; \quad \arcsin \frac{\chi_c}{\chi} = \frac{\chi_c}{\chi}. \tag{27}$$

Cu aceste aproximări și ținînd cont de relația (6) se obține:

$$M = \frac{16}{3\pi} M_c + E_1 I_x \chi, \tag{28}$$

pentru bara cu secțiunea circulară și:

$$M = \frac{3}{2} M_c + E_1 I_x \chi, \tag{29}$$

pentru bara cu secțiunea dreptunghiulară.

Relațiile (28) și (29) se pot obține și dacă se pune la baza calculului curba caracteristică schematizată din figura 4 *b*.

Diagrama eforturilor unitare, pentru acest caz, este redată în figura 6 *e*.

Pentru cazul curbei caracteristice a materialului, schematizată fără întărire ($E_1 = 0$) din figura 5 *b*, în relațiile (28) și (29) se ia $E_1 = 0$, obținîndu-se:

$$M_{lim} = \frac{16}{3} M_c = \frac{\sigma_c d^3}{6}, \tag{30}$$

pentru secțiunea circulară plină și:

$$M_{lim} = \frac{3}{2} M_c = \frac{\sigma_c b h^2}{4}. \tag{31}$$

pentru bara cu secțiune dreptunghiulară.

Pentru acest caz diagrama eforturilor unitare este redată în figura 7 *e*.

3. *Proiectarea tehnologiei de încovoiere a barelor cu dispozitivul DITR*

În cele ce urmează se va examina, pe baza teoriei elasto-plastice pure, expusă mai sus, calculul operației tehnologice de îndoire a barelor, în speță a țevilor cu diametre mici, cu DITR. Ca și mai sus, nu se va ține seama de modificările formei secțiunii transversale a barei la încovoiere.

Se urmărește determinarea valorii momentului M ce trebuie aplicat barei și ce diametru mediu D_m trebuie să aibă rola-șablon pe care bara se îndoaie, pentru ca după încovoiere cotul sau inelul realizat să aibă diametrul proiectat. Desigur, diametrul cotului, la încovoierea pe rola-șablon, trebuie să aibă o valoare mai mică decît diametrul proiectat, deoarece după încovoiere el se mărește datorită revenirii elastice a cotului.

Între curbura χ la încărcare și curbura remanentă χ_{rem} a barei există relația:

$$\chi_{rem} = \chi - \chi_{desc}, \tag{32}$$

în care χ_{desc} este micșorarea curburii la descărcare.

Micșorarea curburii la descărcare χ_{desc} se poate determina, pe baza teoremei descărcării, cu relația:

$$\chi_{desc} = \frac{M}{EI_x} \tag{33}$$

Ținînd cont de relația (33), relația (32), transcrisă în funcție de razele de curbură (curbura este inversul razei de curbură), va avea aspectul:

$$\frac{1}{\rho_{rem}} = \frac{1}{\rho} - \frac{M}{EI_x}, \tag{34}$$

în care ρ_{rem} este raza de curbură după descărcare, iar ρ este raza de curbură a barei încărcate.

Lungirea specifică maximă ε_{max} din fibrele extreme se determină cu relația (8) pentru bare cu secțiune circulară și cu relația:

$$\varepsilon_{max} = \frac{h}{D_m}, \tag{35}$$

pentru bare cu secțiune dreptunghiulară.

Notînd diametrul mediu proiectat al cotului cu D, cu D_m diametrul mediu al cotului la îndoirea lui pe rola-șablon, adică $\rho_{rem} = D/2$ și $\rho = D_m/2$, relația (34) devine:

$$\frac{2}{D} = \frac{2}{D_m} - \frac{M}{EI_x} \tag{35'}$$

în care:

M este momentul încovoietor din secţiunea transversală a barei la îndoire pe rola-şablon, dat de relaţiile (28) şi (30) pentru bara cu secţiune circulară şi de relaţiile (29) şi (31) pentru bara cu secţiune dreptunghiulară;

E — modulul de elasticitate longitudinal al materialului;

I_x — momentul de inerţie axial al secţiunii barei $I_x = \frac{\pi d^4}{64}$ pentru secţiunea circulară plină de diametru d;

$I_x + \frac{\pi d^4}{64}(1 - \beta^4)$ pentru secţiunea circulară inelară, în care $\beta = d_i/d$ şi d_i diametrul interior al inelului; $I_x = bh^3/12$ pentru secţiunea dreptunghiulară.

Astfel, înlocuind în expresia (35) momentul încovoietor cu expresiile (28) respectiv (29), în care s-a ţinut cont că $\chi = \frac{2}{D_m}$, se poate obţine diametrul mediu al rolei-şablon:

$$D_m = \frac{\lambda}{1 + \frac{16}{3}\frac{\sigma_c}{E}\frac{D}{d}} \cdot D, \qquad (36)$$

pentru bara cu secţiune circulară, şi:

$$D_m = \frac{\lambda}{1 + \frac{3}{2}\frac{\sigma_c}{E}\frac{D}{h}} D, \qquad (37)$$

pentru bara cu secţiune dreptunghiulară în care, prin λ, s-a notat:

$$\lambda = 1 - \frac{E_1}{E}. \qquad (38)$$

Dacă se folosesc relaţiile (30) şi respectiv (31) în expresiile (36) şi (37) se va considera $\lambda = 1$ (pentru acest caz $E_1 = 0$).

Diametrul rolei-şablon se poate stabili cu relaţiile:

$$D_0 = D_m - d \qquad (39)$$

pentru bara cu secţiune circulară, şi:

$$D_0 = D_m - h, \qquad (40)$$

pentru bara cu secţiune dreptunghiulară.

Dispozitivul DITR are în componenţă un set format din mai multe role-şablon, ale căror diametre au fost stabilite cu relaţia (39).

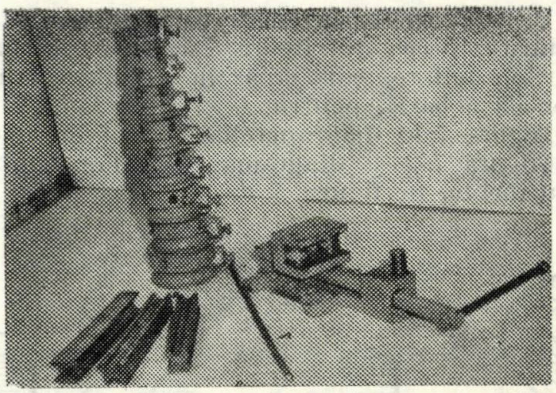


Fig. 8 *a*. Dispozitivul DITR, vedere generală

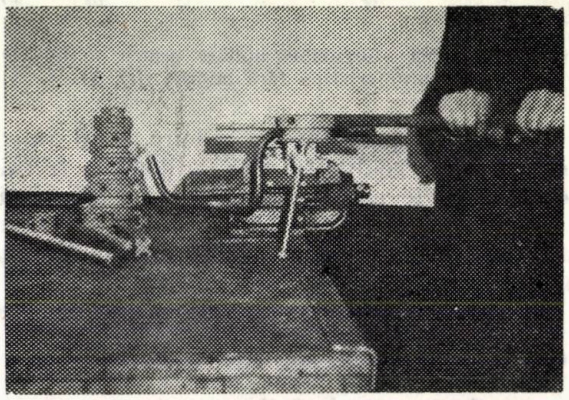


Fig. 8 *b*. Dispozitivul DITR, în timpul lucrului

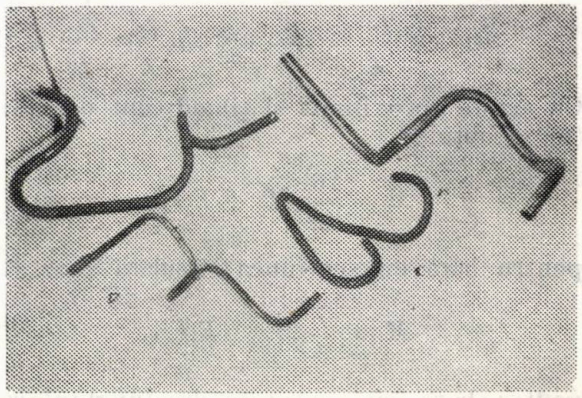


Fig. 8 *c*. Diferite forme de bare şi ţevi îndoite.

Din relaţiile (36)—(40) se vede că diametrul rolei-şablon D_m este dependent de diametrul proiectat pentru curbare D, de caracteristicile materialului prin σ_c, E şi E_1 şi dimensiunea secţiunii barei d, respectiv h, după care se face îndoirea. Diametrul rolei-şablon nu depinde de forma secţiunii bare.

Concluzii

Dispozitivul de îndoit ţevi la rece DITR are o construcţie simplă, are masă şi gabarit mic (este mai uşor decît o mengină obişnuită), este uşor de manevrat şi deosebit de util oricărui atelier de reparaţii şi întreţinere. Calitatea procesului de îndoire a barelor şi, îndeosebi, a

ANEXA

Simboluri şi notaţii folosite în lucrare

Simbol	Denumirea	Unitatea de măsură
ρ	Rază de curbură	mm
χ	Curbură	1/mm
σ	Efort unitar efectiv	N/mm^2
σ_c	Efort unitar de curgere	N/mm^2
I_x	Moment de inerţie axial	mm^4
W_x	Modul de rezistenţă axial	mm^3
M	Moment încovoietor	N·mm
M_c	Moment încovoietor de curgere	N·mm
M_{lim}	Moment încovoietor limită	N.mm
ε	Deformaţie specifică (lungire specifică)	—
d, h	Diametrul, respectiv înălţimea secţiunii barei încovoiate	mm
d_i	Diametrul interior al ţevii	mm
b	Lăţimea secţiunii	mm
E	Modul de rezistenţă longitudinal	N/mm^2
E_1	Modul de plasticitate	N/mm^2
D	Diametrul mediu proiectat (final) al cotului (inelului)	mm
D_m	Diametrul mediu al cotului (inelului) la îndoire	mm
D_o	Diametrul mediu al rolei-şablon	mm
$\beta = \frac{d_i}{d}$	Coeficient adimensional	—

ţevilor, pe rola-şablon, este superioară procedeelor tehnologice cunoscute şi aplicate; DITR nu deformează transversal şi nu cutează ţeava.

Cu ajutorul DITR se pot obţine forme spaţiale complicate, aşa cum rezultă şi din imaginile din figura 8 *b*, în care sînt redate cîteva bare şi ţevi îndoite cu diametrul de pînă la 22 mm. În figura 8 *a* se vede dispozitivul DITR şi elementele lui componente.

Procesul tehnologic cu DITR ca, dealtfel, şi elementele lui componente au fost proiectate pe baza teoriei deformaţiilor elasto-plastice mici la încovoierea pură a barelor drepte, din care, în cele mai de sus, au fost prezentate numai elementele strict necesare înţelegerii procesului de îndoire cu DITR.

Bibliografie

[1] Zamfir, V. s.a. *Dispozitiv pentru curbarea ţevilor la rece, tip DITR-22.* Sesiunea de comunicări ştiinţifice, Institutul de Mine Petroşani, 11—12 decembrie 1981.

[2] Ponomariov, S. D. s.a. *Calculul de rezistenţă în construcţia de maşini.* Vol. 2, Ed. tehnică, Bucureşti, 1963.

Stabilizarea rocilor argiloase cu fluide de foraj pe bază de ioni de potasiu (II)

Chim. **F. Popescu**
dr. ing. **I. Ana**
chim. **M. Orosz**
ing. **I. Botoacă**
I.C.P.P.G. Cîmpina

În prima parte a articolului s-au precizat procesele fizico-chimice ce se produc la interfaţa: rocă argiloasă — fluid de foraj (hidratare, umflare, dispersare) şi s-au examinat mecanismele prin care polimerii şi electroliţii controlează fenomenele de hidratare (osmotică şi de suprafaţă).

În cele ce urmează sînt redate studiile de laborator şi de şantier efectuate la I.C.P.P.G. Cîmpina, în scopul obţinerii unui nou tip de fluid de foraj, care să contribuie la stabilizarea rocilor argiloase „sensibile" la apă.

I. Lucrări de laborator

Lucrările de cercetare efectuate la I.C.P.P.G. Cîmpina au urmărit, în principal, stabilirea caracterului inhibitiv al diferitelor medii apoase, în ceea ce priveşte desfăşurarea proceselor de hidratare a rocilor argiloase. Pornind de la informaţiile existente în literatura de specialitate [1; 2] cu privire la influenţa unor medii apoase asupra proceseor de hidratare şi umflare a rocilor argiloase (fig. 1 şi 2), studiile efectuate în laboratorul de fluide de foraj din I.C.P.P.G. au pus în evidenţă capacitatea unor polimeri şi/sau electroliţi de inhibitare a proceselor de dispersare a rocilor argiloase.

Pentru aceasta, s-a introdus în practica de laborator „testul de dispersabilitate" [3] care, împreună cu „metoda albastrului de metilen" (MBT) [4], permite evaluarea cantitativă a stabilităţii particulelor de rocă argiloasă (obţinute din carote sau detritus) în diferite medii apoase. S-au utilizat, în acest scop, polimeri de tipul: poliacrilamidă, humaţi şi lignosulfonaţi, electroliţi ce furnizează ioni de sodiu, potasiu, calciu, precum şi combinaţii de polimeri cu electroliţi.

Rezultatele obținute sînt redate în figura 3. Se constată că polimerii din clasele: humați — lignosulfonați (INHIB) și poliacrilamidele contribuie la creșterea stabilității argilelor. Astfel, recuperările totale R_t de detritus cresc în cazul polimerilor de la 40%, cît se semnalează în cazul apei, la 55% în cazul produsului INHIB și 60% în cazul poliacrilamidei, în timp ce în cazul combinației hidroxid de sodiu — extras bazic de lignit, procesul de dispersare a rocilor argiloase se intensifică (recuperări totale de numai 29%).

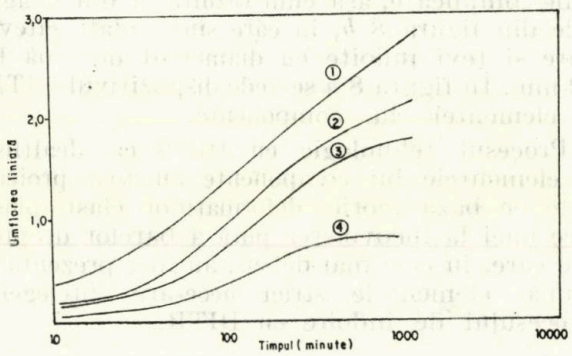


Fig. 1. Umflarea rocii argiloase în diferite medii:
1 – H_2O; *2* – soluție de polimer 0,3%; *3* – soluție polimer 0,3% + 3% NaCl; *4* – soluție polimer 0,3% + 3% KCl

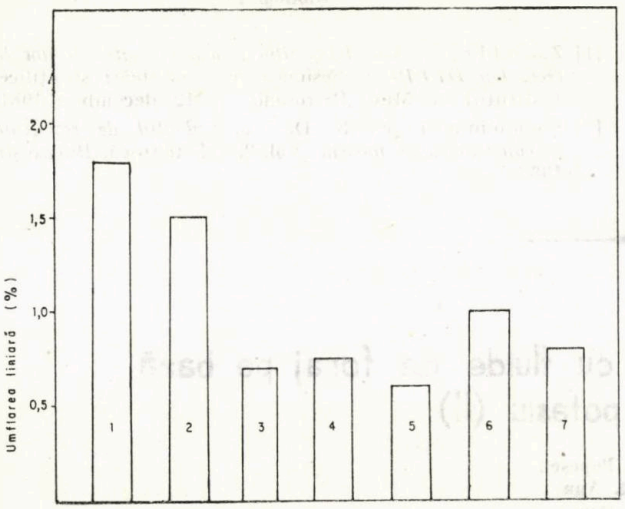


Fig. 2. Umflarea liniară pentru diferite sisteme:
1 – apă; *2* – BaCl soluție 0,5 normal; *3* – NH_4Cl soluție 0,75 normal; *4* – KCl soluție 0,8 normal; *5* – KCl soluție 4,0 normal; *6* – $CaCl_2$ soluție 2,5 normal; *7* – $CaCl_2$ soluție 4,5 normal

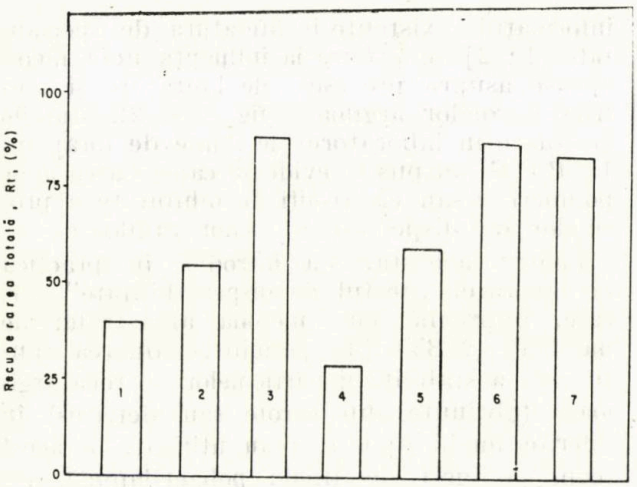


Fig. 3. Dispersarea rocilor argiloase în diferite medii:
1 – apă de canal; *2* – soluție 5% INHIB; *3* – INHIB 5%, KCl 5%; *4* – extras bazic 3%, NaOH 0,25%; *5* – PAA 2%; *6* – PAA 2%, KCl 5%; *7* – PAA 2%, NaCl 30%

Examinarea influenței exercitate de unele combinații de polimeri cu electroliți a pus în evidență eficiența ridicată a acestora, în ceea ce privește inhibitarea dispersării rocilor argiloase. Astfel, combinațiile: poliacrilamidă — KCl; poliacrilamidă — NaCl, INHIB-KCl au contribuit la creșterea recuperărilor totale de detritus de la 40 la 87%; 85 și respectiv 89%, față de 98%, cît se semnalează în cazul hidrocarburilor.

În ceea ce privește efectul electrolitului și concentrației acestuia asupra dispersării rocilor argiloase, se constată că, pentru a obține același efect (recuperări totale de 85—87%), în cazul clorurii de potasiu este necesară o concentrație de 5%, în timp ce în cazul clorurii de sodiu aceasta se ridică la 30%.

Aceste rezultate au stat la baza formulării unui nou tip de fluid de foraj pe bază de apă, INHIB-KCl, care conține drept component principal combinația polimer (INHIB)/clorură de potasiu. În tabelul 1 sînt prezentați componenții fluidului, funcțiile și structura acestora. S-a stabilit că prin utilizarea acestor produse, în proporții bine definite, se pot obține fluide cu densități cuprinse între 1 100 și 2 250 kg/m³.

Tabelul 1

Componenții fluidului INHIB-KCl

Produsul	Funcția	Compoziția chimică
Bentonită	Viscozant și agent pentru realizarea suportului coloidal	Silicat natural
E.G.O.P.	Umectant și lubrifiant	Etilenglicol oxipropilat
Hidroxid de potasiu (sodiu)	Agent pentru reglarea alcalinității	KOH (NaOH)
INHIB	Fluidizant, stabilizator de argile	Amestec sinergetic de lignosulfonat/humat/bicromat
CSF	Antispumant	Alcool (C_6—C_8)
CMC	Reducător de filtrare	Carboximetilceluloza de sodiu
Clorură de potasiu	Electrolit stabilizator de argile	KCl
Barit	Material de îngreuiere	$BaSO_4$

Caracteristicile reologice ale fluidului INHIB-KCl, funcție de densitate, sînt redate în figura 4.

Studiile de laborator au urmărit, în continuare, acțiunea inhibitivă, precum și stabilitatea fluidului INHIB-KCl la contaminanții posibil de întîlnit în procesul de foraj (argile, sare, ghips) și la temperaturi și presiuni ridicate.

În figura 5 se prezintă capacitatea de inhibare a dispersării rocilor argiloase de către fluidul INHIB-KCl, comparativ cu fluidele utilizate curent în practica de șantier, iar în figurile 6 și 7 se redă influența contaminărilor

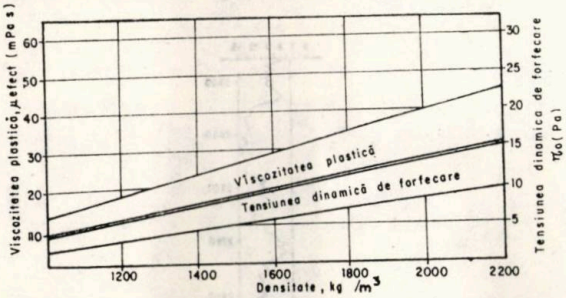


Fig. 4. Caracteristicile reologice ale fluidului INHIB—KC

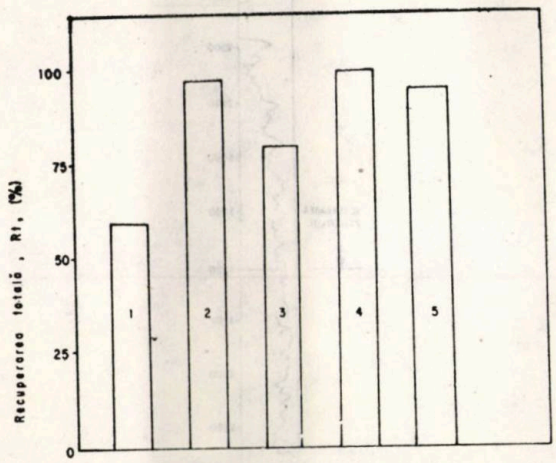


Fig. 5. Dispersarea rocilor argiloase în diferite fluide de foraj : *1* — dispersat; *2* — INHIB—KCl; *3* — humat; *4* — emulsie inversă; *5* — sărat saturat.

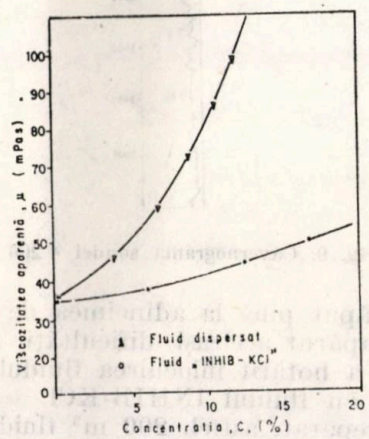


Fig. 6. Variația proprietăților reologice funcție de concentrația de argilă

cu argilă asupra caracteristicilor reologice ale fluidului INHIB-KCl, comparativ cu fluidul dispersat.

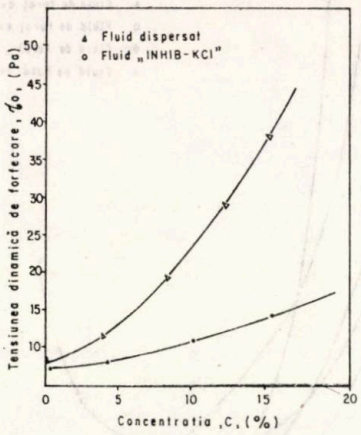


Fig. 7. Variația proprietăților reologice funcție de concentrația de argilă

Rezultatele obținute pun în evidență caracterul inhibitiv și stabilitatea ridicată a fluidului INHIB-KCl la contaminările cu solide argiloase.

În ceea ce privește rezistența la contaminările cu ghips și sare, studiile efectuate au arătat că fluidul INHIB-KCl este stabil la contaminări cu ghips pînă la 2,0% și cu sare pînă la 15%.

Comportarea la temperaturi și presiuni ridicate a fluidului INHIB-KCl s-a examinat cu viscozimetrul Fann*), model 50, comparativ cu fluidele cunoscute, iar rezultatele obținute sînt redate în figura 8.

Datele prezentate pun în evidență stabilitatea termică ridicată a fluidului INHIB-KCl.

Rezultatele concludente obținute în laborator au permis trecerea la efectuarea experimentelor de șantier.

II. Experimente de șantier

Primele experimente de șantier au urmărit modul de preparare, condiționare și control al fluidului INHIB-KCl, comportarea acestuia în procesul de foraj, precum și efectul de stabilizare a pereților găurii de sondă [5].

Rezultatele concludente obținute în urma acestor experimente au arătat necesitatea extinderii utilizării fluidului INHIB-KCl, în procesul de traversare a rocilor argiloase sensibile la apă.

Se vor prezenta, în continuare, principalele rezultate obținute, prin utilizarea fluidului INHIB-KCl, la sondele : 4 206; 4 801; 109; 4 283; 4 020; 4 279; 5 550 și 5 080.

*) Dispozitiv care permite determinarea comportării reologice a fluidelor de foraj la temperaturi și presiuni ridicate (250°C și respectiv 70 bari).

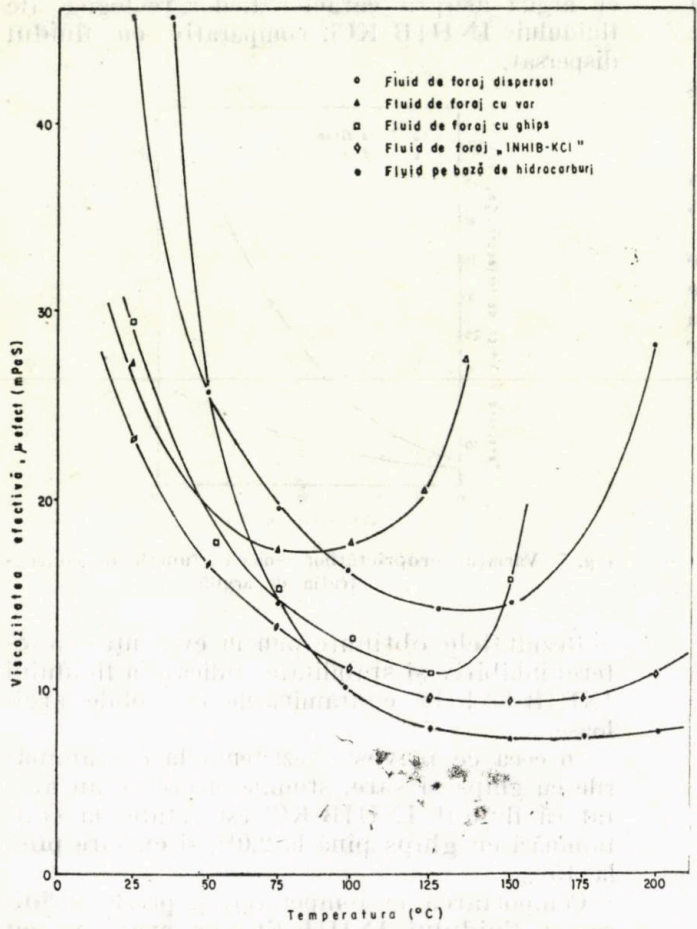


Fig. 8. Comportarea la temperatură a fluidelor de foraj

1. *Utilizarea fluiduli INHIB-KCl la sonda 4 206*

Dificultăţile semnalate la sonda 4206, pe intervalul 2 680—3 141 m, generate de rocile argiloase specifice helveţianului (dărîmări, care au culminat cu prinderi repetate de sapă şi garnitură), au pus în evidenţă imposibilitatea continuării forajului, în condiţiile utilizării fluidului de foraj humat de calciu.

Pe baza testelor de laborator, s-a propus înlocuirea fluidului humat de calciu cu fluidul INHIB-KCl.

Prin tehnica cunoscută [6], s-au preparat la sondă 170 m³ fluid INHIB-KCl, cu care s-a înlocuit fluidul humat de calciu, existent la sondă. Cu fluidul INHIB-KCl s-a efectuat instrumentaţia şi s-a continuat forajul — fără dificultăţi — pe intervalul 3 100—3 643 m, unde s-a tubat linerul de 7 in.

Capacitatea fluidului INHIB-KCl de a stabiliza rocile argiloase, întîlnite pe acest interval, este redată prin cavernograma din figura 9. Aceasta pune în evidenţă o gaură de sondă cu diametrul normal, în zona în care s-a folosit fluidul INHIB-KCl, spre deosebire de zona săpată cu fluidul pe bază de humat de calciu (2 600—3 100 m), unde se semnalează creşteri marcante de diametru.

2. *Utilizarea fluidului INHIB-KCl la sonda 4801*

La sonda 4 801, după tubajul coloanei $9^5/_8$ in la adîncimea de 3 096 m, s-a reluat forajul cu fluidul humat de calciu. Cu acest tip de fluid s-a săpat pînă la adîncimea de 3 960 m, unde s-au semnalat — în sarmaţian — dificultăţi de tipul ţineri şi corectări repetate, care au culminat cu prinderea garniturii de foraj.

După rezolvarea complicaţiilor, s-a „luat gaură nouă" cu acelaşi tip de fluid de foraj

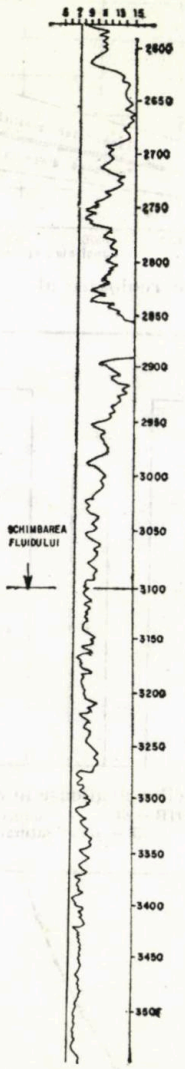


Fig. 9. Cavernograma sondei 4 206

şi s-a resăpat pînă la adîncimea de 3 500 m, unde au apărut aceleaşi dificultăţi. În aceste condiţii s-a hotărît înlocuirea fluidului humat de calciu cu fluidul INHIB-KCl.

S-au preparat, astfel, 200 m³ fluid INHIB-KCl, cu care s-a reluat forajul, reuşind să se sape, fără dificultăţi, pînă la adîncimea-pro-

iect (4 113 m) de tubare și cimentare a linerului de 7 in.

3. *Utilizarea fluidului INHIB-KCl la sonda 109*

Dificultățile semnalate în procesul de traversare a ponțianului presurizat de la sonda 109 au impus utilizarea fluidului de foraj IHNIB-KCl pe intervalul 2 220—2 900 m.

Caracteristicile fluidului de foraj, pe intervale de adîncime, sînt redate în tabelul 2.

Utilizarea fluidului INHIB-KCl — cu densități ridicate (pînă la 2 250 kg/m³) — în procesul de traversare a rocilor argiloase, specifice ponțianului, a condus la reducerea dificultăților generate de instabilitatea pereților găurii de sondă și la diminuarea tratamentelor impuse de acumularea solidelor argiloase „sensibile la apă".

4. *Utilizarea fluidului INHIB-KCl la sondele 4 283; 4 020; 4 279*

În procesul de săpare — cu fluid dispersat — a sondelor 4 283 ; 4 020 și 4 297, aflate pe aceeași structură, se semnalau frecvente dificultăți. Dintre acestea se menționează : contaminările cu ioni de calciu, proveniți din ghipsurile și anhidritele existente sub formă de intercalații ; instabilitatea pereților găurii de sondă (excavări), generată de rocile argiloase sensibile la apă ș.a.

Încercările de a reduce dificultățile prin utilizarea fluidului de foraj tip humat de calciu nu au dat rezultatele scontate. În urma acestui fapt, s-a trecut la experimentarea fluidului de foraj INHIB-KCl, care a condus la reducerea semnificativă a dificultăților, generate de contaminările cu ioni de calciu. De asemenea, împreună cu alți factori — reducerea densității, optimizarea parametrilor de foraj — utilizarea fluidului INHIB-KCl a condus la reducerea excavărilor. Acest efect este pus în evidență de cavernogramele din figura 10.

Rezultatele concludente obținute în urma experimentelor au permis generalizarea utilizării fluidului de foraj INHIB-KCl, în procesul de săpare a sondelor pe această structură.

5. *Utilizarea fluidului INHIB-KCl la sondele 5 550 și 5 080*

La sonda 5 550, pînă la tubajul coloanei 95/8 in (la adîncimea de 3 215 m), s-au semnalat dificultăți frecvente, generate de instabilitatea pereților găurii de sondă. După tuba-

Tabelul 2

Caracteristicile fluidului la sonda *109*

Caracteristica	Interval de adîncime, m						
	2 236	2 355	2 486	2 635	2 850	2 875	2 900
Densitate, kg/m³	1 830	1 890	1 900	2 000	2 150	2 200	2 250
Vîscozitate							
Marsh, s	49	62	64	69	72	75	79
Vîscozitate efectivă, mPa·s	59	64	65	67	69	72	80
Gelația inițială, g	2	4	4	4	5	6	7
Gelația la 10 min., g	22	26	27	30	33	36	38
Vîscozitate plastică, mPa·s	30	34	36	42	50	52	60
Tensiune de forfecare, Pa	7	10	11	12	14	15	18
Filtrare, cm³	2,9	4,0	4,0	4,2	3,6	3,5	3,8
Indice p*H*	11	10,5	10,5	11	11	11	10,5

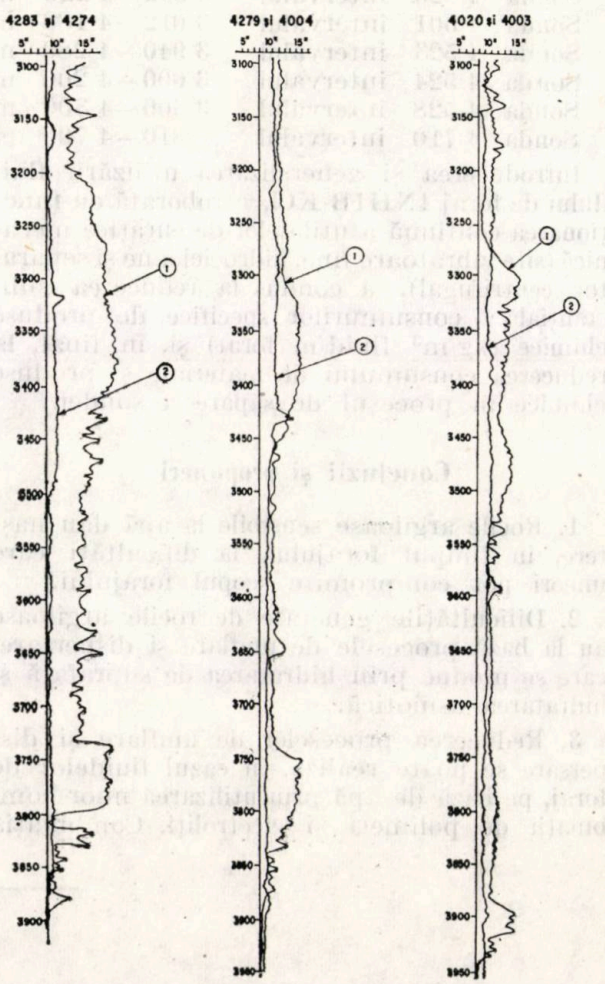


Fig. 10. Cavernogramele sondelor :
1 — fluid convențional; *2* — fluid INHIB—KCl.

jul coloanei 9⅝ in, s-a reluat forajul cu fluidul INHIB-KCl — obținut prin transformarea fluidului existent la sondă.

Cu acest tip de fluid s-a săpat pînă la adîncimea de 5 500 m, fără a se mai semnala dificultăți în timpul forajului.

La sonda 5 080, fluidul INHIB-KCl s-a utilizat după tubajul coloanei 9⅝ in (la adîncimea de 4 250 m), pînă la adîncimea finală de 6 100 m.

Forajul s-a desfășurat în condiții normale, reducîndu-se dificultățile generate de instabilitatea pereților găurii de sondă.

Ca urmare a rezultatelor obținute — reducerea dificultăților de lucru, creșterea vitezelor de avansare ș.a. — prin utilizarea fluidului INHIB-KCl la aceste sonde, s-a trecut la generalizarea folosirii acestui tip de fluid de foraj.

Se menționează astfel principalele sonde și intervalele pe care s-a folosit fluidul INHIB-KCl:

Sonda	4 805	intervalul	3 226—3 598 m
Sonda	4 520	intervalul	3 552—4 220 m
Sonda	4 001	intervalul	3 012—4 188 m
Sonda	4 523	intervalul	3 940—4 280 m
Sonda	4 524	intervalul	3 000—4 200 m
Sonda	4 528	intervalul	3 300—4 300 m
Sonda	4 710	intervalul	810—4 700 m

Introducerea și generalizarea utilizării fluidului de foraj INHIB-KCl, coroborată cu funcționarea continuă a utilajelor de curățire mecanică (site vibratoare fine, hidrocicloane și separator centrifugal), a condus la reducerea substanțială a consumurilor specifice de produse chimice (kg/m³ fluid/m forat) și, în final, la reducerea consumului de materiale și produse chimice în procesul de săpare a sondei.

Concluzii și propuneri

1. Rocile argiloase sensibile la apă dau naștere, în timpul forajului, la dificultăți care uneori pot compromite scopul forajului.

2. Dificultățile generate de rocile argiloase au la bază procesele de umflare și dispersare, care se produc prin hidratarea de suprafață și hidratarea asmotică.

3. Reducerea proceselor de umflare și dispersare se poate realiza, în cazul fluidelor de foraj, pe bază de apă prin utilizarea unor combinații de polimeri și electroliți. Combinația polimeri clorură de potasiu (INHIB-KCl) s-a dovedit a fi una dintre cele mai eficiente.

4. Stabilizarea rocilor argiloase de către ionul de potasiu se bazează pe unul din mecanismele: „schimbul cationic" sau „sorbția și fixarea selectivă a cationului", iar acțiunea polimerului are la bază efectul de „îmbrăcare" a particulei de argilă într-o membrană hidrofobă.

5. Fluidul INHIB-KCl îmbină acțiunea de hidrofobizare a polimerului, cu caracterul inhibitiv al ionului de potasiu.

6. Testele de laborator, confirmate de experimentele din șantier, au arătat că — după fluidele pe bază de hidrocarburi — fluidul INHIB-KCl prezintă cea mai pronunțată acțiune de inhibitare a dispersării rocilor argiloase.

7. Fluidul de foraj INHIB-KCl se poate realiza într-o gamă largă de densități (pînă la 2 300 kg/m³), fiind stabil la contaminările cu argilă (pînă la 15%) și la ghips (pînă la 2,0%), precum și la temperaturi ridicate (200—225°C).

8. Experimentarea fluidului INHIB-KCl, în procesul de traversare a formațiunilor argiloase la sondele 4 206; 4 801; 109, 4 283; 4 020; 4 279; 5 550; 5 080 ș.a., a contribuit la minimizarea dificultăților de tipul: dărîmări și excavări, prinderi de sape și garnituri, cimentări primare nereușite, creșterea vitezelor de avansare, reducerea cheltuielilor cu materiale și produse chimice ș.a.

Bibliografie

[1] Denis E. O'Brien *Stabilizing Sensitive Shale with Inhibited Potassium — Based Drilling Fluids.* J.P.T., sept. 1973, p. 1089—1099.

[2] Ronald P. Steiger *Fundamentals and Use of Potassium/Polymer Drilling Fluids to Minimize Drilling and Completion Problems Associated with Hydratable. Clays.* J.P.T., aug. 1982.

[3] Popescu, F. *Fluide de foraj și paste de ciment pentru forajul sondelor de 5000—8000 m adîncime.* Tema 2 N, iunie, 1978, biblioteca I.C.P.P.G. Cîmpina.

[4] Ana, I. *Raport asupra deplasării în S.U.A. la firma Magcobar, pentru cursurile de specializare în domeniul fluidelor de foraj.* Martie 1975, biblioteca I.C.P.P.G. Cîmpina.

[5] Popescu, F. *Fluide de foraj și paste de ciment pentru sondele de 8 000—10 000 m adîncime, forajul marin și echipamente de curățire a fluidelor.* Tema 2 N noiembrie 1978, biblioteca, I.C.P.P.G. Cîmpina.

[6] Ana, I. *Fluid de foraj INHIB—KCl, Instrucțiuni de lucru.* Biblioteca I.C.P.P.G. Cîmpina.

Asupra depunerii carbonatului de calciu pe tuburile pe care circulă ape geotermale şi ape de injecţie

Prof. dr. ing. **I.D. Pârcălăbescu**
Institutul de petrol şi gaze Ploieşti

În practica exploatării zăcămintelor de apă geotermală şi în injectarea apelor în zăcământ în exploatarea zăcămintelor de ţiţei, în numeroase situaţii, ne confruntăm cu depunerea de carbonat de calciu pe tuburile pe care circulă aceste ape.

Depunerile pot atinge uneori nivele aşa de ridicate, încît transportul acestor ape pe respectivele conducte solicită consumuri foarte însemnate de energie.

Se ilustrează cu cîteva fotografii aceste situaţii. În figura 1 se redă o secţiune transversală printr-un tub cu diametrul de 340 mm, pe care circula apa geotermală, din care se poate observa o reducere a secţiunii de curgere de pînă la 90% faţă de secţiunea iniţială a conductei. Rugozitatea pe care noua suprafaţă de curgere o oferă (fig. 1 şi fig. 2) nu poate fi neglijată. O caracteristică importantă a acestor depuneri este porozitatea lor însemnată şi gradul slab de liere a particulelor minerale. În figura 3 se poate observa o depunere compactă pe tubul cu diametrul de 180 mm, pe care circula apa geotermală de la o altă sondă, iar în figura 4, în secţiunea realizată de-a lungul depunerii, se poate reţine prezenţa a două straturi (după culoare) şi o rugozitate de altă structură, prin comparaţie cu cea din tubul anterior prezentat. În figura 5 se redă fotografia unei secţiuni transversale printr-un tub cu diametrul de 147 mm pe care circula, de la staţia de epurare de la Moreni, apa de injecţie spre distribuitoare. În figura 6 se prezintă, mai detaliat, în secţiune, două straturi distincte de depuneri, atît după culoare, cît şi după structura depunerii, putîndu-se observa şi gradul de rugozitate al noii suprafeţe de curgere. În figura 7 se redă fotografia unei depuneri, în grosime de 4,2 mm, detaşată de pe o conductă cu diametrul de 80 mm, care făcea legătura dintre distribuitor şi sonda de injecţie. Şi în această secţiune se observă depu-

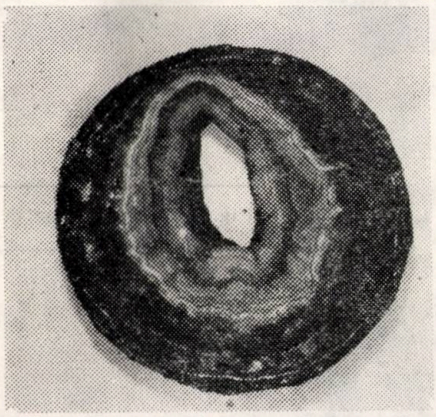


Fig. 1. Secţiune transversală prin tubul cu diametrul de 340 mm.

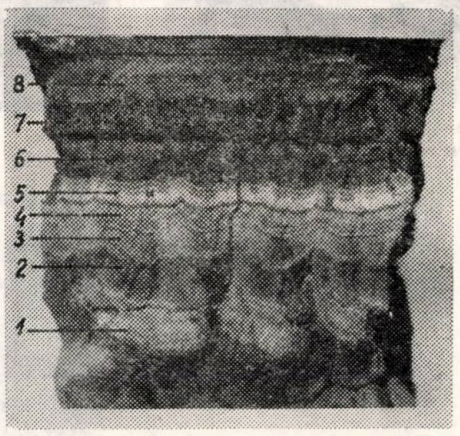


Fig. 2. Secţiune longitudinală prin tubul cu diametrul de 340 mm.

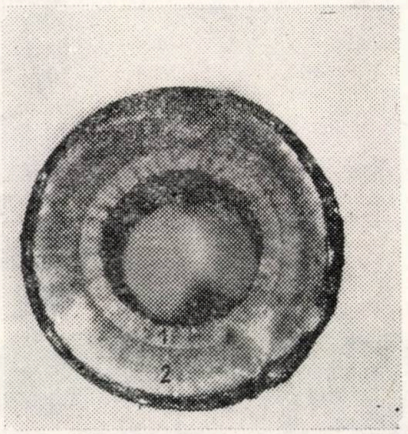


Fig. 3. Secţiune transversală prin tubul cu diametrul de 180 mm.

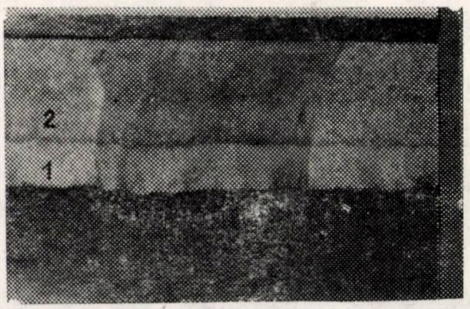


Fig. 4. Secţiune longitudinală prin tubul cu diametrul de 180 mm.

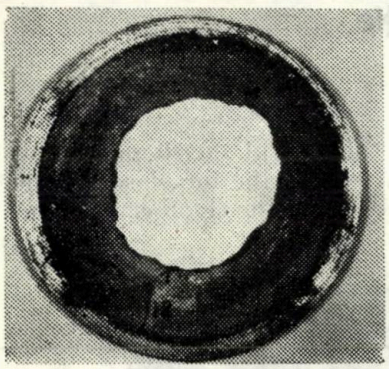


Fig. 5. Secţiune transversală prin tubul cu diametrul de 147 mm.

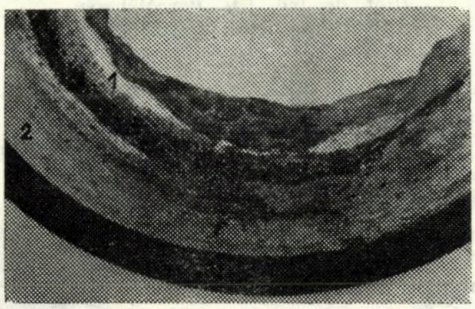


Fig. 6. Detaliul secţiunii transversale.

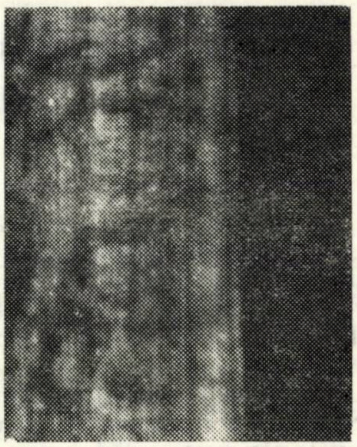


Fig. 7. Secţiune în depunerea de pe tubul cu diametrul de 80 mm.

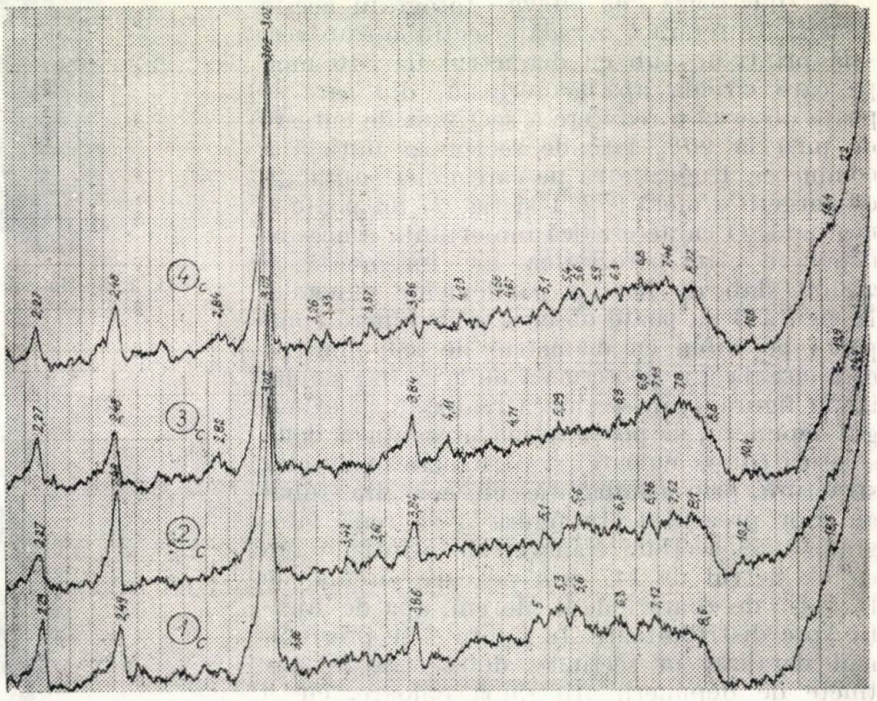


Fig. 8. Difractograme de raze X.

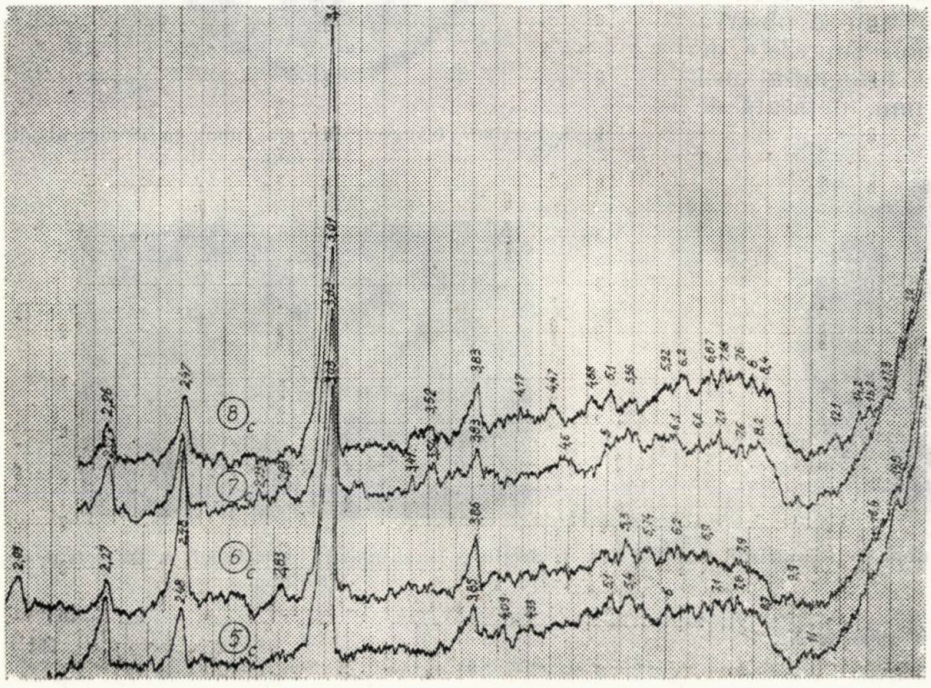


Fig. 9. Difractograme de raze X

neri stratificate de diferite culori și grosimi, redînd, ca și celelalte depuneri prezentate, funcțiile de loc și timp ale condițiilor de depunere a carbonatului de calciu.

Greutățile pe care aceste depuneri le ridică în practica exploatării solicită elucidarea cauzelor care determină formarea depunerilor de carbonat de calciu.

Pentru aceasta se impune, în primul rînd, cunoașterea compoziției chimico-mineralogice a acestor depuneri. În acest scop s-au utilizat determinările roentgenostructurale și analizele chimico-spectrale, în metoda semicantitativă a spectrelor de emisie.

În figurile 8 și 9 se redau difractogramele de raze X ale celor opt straturi detașate după culoare în secțiunea tubului cu Ø = 340 mm (fig. 2). Difractogramele de raze X scot în evidență predominarea aproape totală a carbonatului de calciu, parametrii de difracție ai calcitului (tab. 1) apărînd în totalitatea seriei și la intensități lor teoretice. Micile oscilații ale parametrilor d/n și ale intensităților lor oglindesc [12], atît variațiile din compoziția chimică a calcitului (tab. 2), cît și cele din condițiile fizico-chimice (tab. 4) ale depunerilor diferitelor strate, observate anterior la nivel macroscopic.

Difractogramele de raze X pun în evidență și prezența unor structuri de minerale argiloase care, după interpretarea seriilor de difracție [4; 9; 12; 16; 19], aparțin tipurilor structurale montmorillonit și clorit, precum și interstratificărilor lor mixte ordonate și neordonate, rețele cristaline puternic alterate, care au un grad de cristalinitate redus, fapt ce determină și forma difractogramelor în domeniul argilelor. Această stare fizico-chimică a argile-

Tabelul 1

Parametrii analizei roentgenostructurale

Calcit		Montmorillonit		Clorit		Montmorillonit-clorit	
d/n	*I*	*d/n*	*I*	*d/n*	*I*	*d/n*	*I*
3,86	20	9,6	f.p	14,2	60	24,4	f.p
3,02	100	6,4	p	7,1	100	12,2	p
2,49	14	4,4	p	4,75	30	8,1	f.p
2,28	4	3,2	m	3,56	50	6,1	p
2,09	17	2,5	p	2,82	20	4,9	m
				2,40	80	4,0	m
						3,5	m

Tabelul 2

Parametrii analizei chimico-spectrale

Structura	Tubul	Proba	Ca λ = 3269,1 Å	Ca λ = 2721,6 Å	Sr λ = 3301,7 Å	Sr λ = 3464,4 Å	Ba λ = 2347,6 Å	Ba λ = 3071,6 Å	Al λ = 3050,1 Å	Al λ = 2567,9 Å	Si λ = 2532,4 Å	Si λ = 2631,3 Å	Mg λ = 2782,9 Å	Fe λ = 2636,5 Å	Mn λ = 2933,1 Å
			Parametrul spectral $I_t - I_f$												
Săcuieni	Ø=340 mm	1	8,0	36,4	4,6	118	4,1	36	—	9,2	1	4,2	3,1	2,7	2,5
	Ø=340 mm	2	7,6	35,4	3,5	101	3,8	29	—	7,2	1	4,4	3,3	1,8	2,8
	Ø=340 mm	3	5,5	25,7	3,5	102	3,9	31	—	0,8	—	3,9	3,4	1,1	1,4
	Ø=340 mm	4	8,6	38,6	4,7	122	4,6	43	—	1,0	—	3,8	3,0	0,8	1,5
	Ø=340 mm	5	4,1	20,8	2,8	98	3,6	22	—	3,2	—	3,9	3,6	0,9	1,6
	Ø=340 mm	6	6,0	29,5	2,8	97	4,0	35	—	0,8	1,1	4,7	3,5	1,0	1,5
	Ø=340 mm	7	7,6	36,0	4,2	101	4,2	42	—	3,3	1,1	5,3	3,2	1,8	1,7
	Ø=340 mm	8	4,3	21,0	1,8	88	3,7	22	—	1,2	1,1	5,3	3,5	0,8	2,0
	Ø=180 mm	1	5,3	23,8	0,9	55	1,1	10	—	1,5	1,4	5,6	3,6	2,1	3,4
	Ø=180 mm	2	6,2	31,6	2,5	75	1,5	19	—	3,3	1,4	5,6	3,1	2,7	3,6
Moreni	Ø=147 mm	1	9,4	41,0	0,6	46	—	6	1,0	9,9	1,5	5,8	3,3	2,0	3,4
	Ø=147 mm	2	10,8	43,1	0,5	42	—	8	1,2	21,0	1,4	5,7	3,3	1,8	3,0
	Ø=80 mm	1	12,2	45,4	1,5	65	—	5	—	11,7	1,2	5,3	3,0	2,2	3,2
Estimarea gamei participării [11] în %			> 30	10	0,1	0,03	0,3	0,1	3	1	1	0,3	0,1	0,3	0,03

Tabelul 3

Compoziția chimică a apelor de zăcămînt

Tipul de apă	Proba	Participare	$Na^+ + K^+$	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Cl^-	SO_4^{2-}	HCO_3^-	CO_3^{2-}	CO_2	HBO_2	pH
Geotermală	A	mg/l	1 497	8,016	8,512	780,12	4,3	161,65	81,4	116,6	40,5	8,2
		ρ, %	58,86	0,315	0,334	30,71	0,169	6,36	3,23	—	—	
	B	mg/l	1 321	8,016	7,296	602,82	12,8	91,5	123,2	66,0	30,3	8,0
		ρ, %	60,96	0,37	0,336	27,825	0,59	4,223	5,686	—	—	
Pentru injecție	C	mg/l	288,4	35,57	75,11	329,16	0,12	51,34	—	—	—	—
		ρ, %	36,3	4,05	8,54	38,13	0,02	10,2	—	—	—	
	D	mg/l	3 008,4	347,5	162,9	3 453,8	2,96	4,66	—	—	—	—
		ρ, %	42,01	5,32	2,52	49,9	0,05	0,2	—	—	—	

Tabelul 4

Temperatura, presiunea și volumul din sisteme

Tubul	Temperatura, °C	Presiunea, bar	Volumul
Ø=340 mm	40—50	1	∞
Ø=180 mm	70—80	2—3	V≃ const.
Ø=147 mm	0—30	3—4	V≃ const.
Ø=80 mm	0—30	3—4	V≃ const.

lor generează și dimensiuni extrem de fine ale particulelor [16], stare ce poate fi investigată numai cu ajutorul razelor X. Gradul de participare a diferitelor argile determină și culori distincte pentru cele opt straturi separate în figura 2.

Cele două straturi de depuneri de pe tubul prezentat în figurile 3 și 4 au fost investigate roentgenostructural, iar difractogramele lor 1 și 2 sînt redate în figura 10. Analizînd difractogramele, prin comparație cu roentgenogramele anterior prezentate, se poate desprinde aceeași predominare aproape completă a calcitului, iar în ceea ce privește prezența argilelor de menționat doar gradul lor mai redus de participare, care determină și gradul de culoare

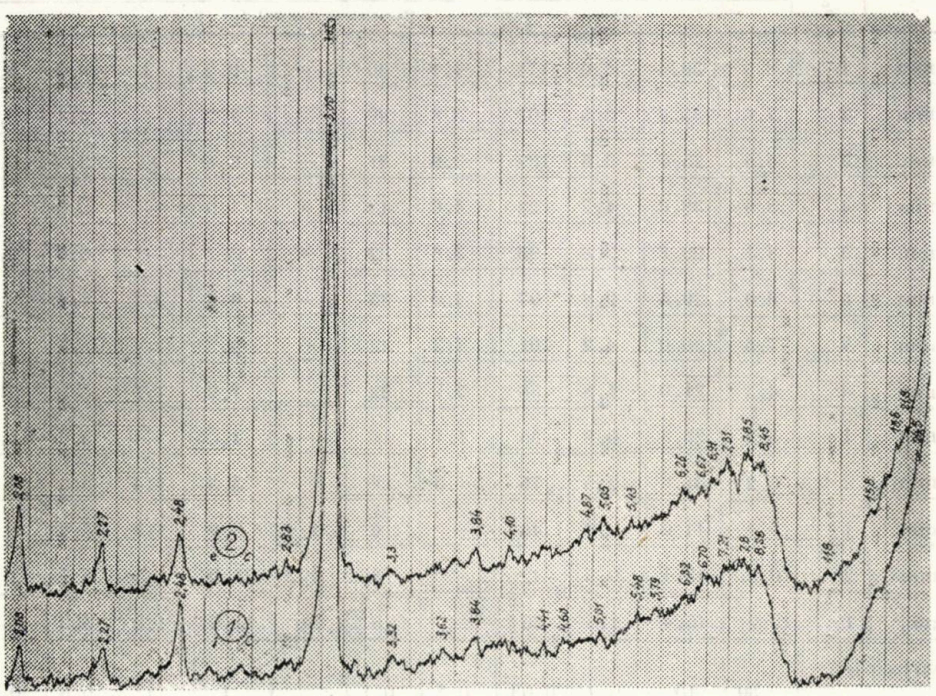


Fig. 10. Difractograme de raze X.

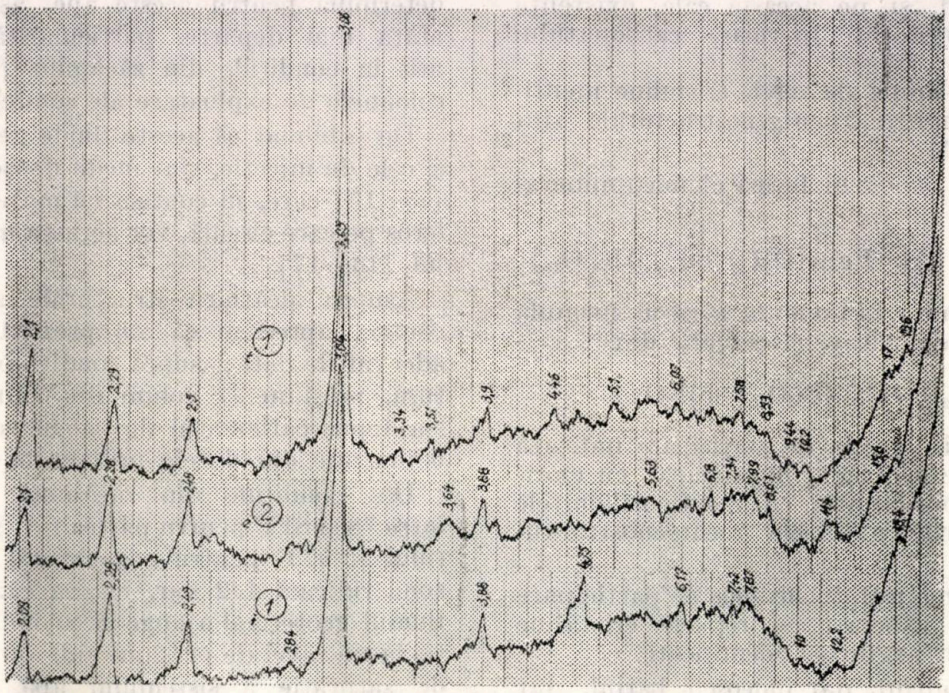


Fig. 11. Difractograme de raze X.

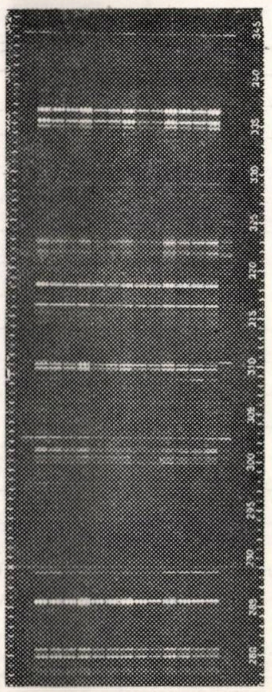


Fig. 12. Spectre de emisie.

„mai alb"; în rest compoziţia mineralogică este aceeaşi.

Depunerile de pe tubul cu diametrul de 147 mm, al magistralei pe care a circulat apa de injecţie (fig. 5; 6), sînt analizate prin difractogramele 1 şi 2 din figura 11, care nu diferă substanţial de difractogramele anterior analizate, după cum nici difractograma 1.t, a depunerii de pe conducta de după distribuitor, nu diferă substanţial, în ceea ce priveşte compoziţia mineralogică, de probele anterior analizate, nuanţările fiind aduse, atît de compoziţia chimică a calcitului, cît şi de gradele diferite de participare ale argilelor în cadrul depunerilor cercetate.

Analiza chimico-spectrală de emisie, metoda semicantitativă [1; 5; 11], scoate în evidenţă (fig. 12, tab. 2) preponderenţa calciului, în gama ce depăşeşte substanţial nivelul a 30%. Stronţiul, prin particularităţile structurale, rază ionică $\rho = 1{,}175$ Å şi potenţial ionic $\pi = 1{,}70$, are [12; 14] relaţii de substituire cu calciul ($\rho = 1{,}051$ Å şi $\pi = 1{,}90$) şi de aceea se află în reţeaua cristalină a calcitului. Tot datorită particularităţilor structurale ($\rho = 1{,}395$ Å şi $\pi = 1{,}43$) bariul poate intra, substituind calciul, în reţeaua cristalină a calcitului. Aceste substituiri ionice determină variaţiile din reţeaua cristalină a calcitului, puse în evidenţă de difractogramele anterior analizate.

Analiza chimico-spectrală a probelor mai reţine atenţia (tab. 2) şi prin prezenţa aluminiului în participare ridicată, precum şi a sili-

ciului, atestînd, şi pe această cale, existenţa mineralelor argiloase în masa carbonatului de calciu.

Principalele tipuri de reţele cristaline identificate prin analiza roentgenostructurală sînt reprezentate de:

● c l o r i t, a cărui formă chimico-mineralogică este:

$$(Mg\ Fe)_{6-2x}(Al\ Fe)_{2x}[OH]_8\ \{Si_{4-2x}Al_{2x}O_{10}\}$$

● m o n t m o r i l l o n i t, a cărui formulă chimico-mineralogică este definită de:

$$Al_2[OH]_2\ \{Si_4O_{10}\}\ mH_2O$$

Magneziul, în gama de participare indicată în tabelul 2, se asociază, în principal, cu cloritele şi, în subordonare, cu montmorillonitele identificate prin analizele roentgenostructurale.

Fierul şi manganul, la nivelele de participare estimate, sînt asociaţi cu reţelele cristaline ale mineralelor argiloase identificate.

Bariul şi stronţiul, dar îndeosebi bariul, sînt utilizaţi în geochimie ca indicatori ai condiţiilor de formare a reţelelor cristaline [12; 14], ilustrînd bazine de sedimentare cu temperaturi ridicate. Comparînd situaţia din zăcămîntul de la Săcuieni (tab. 2) cu cea din structura Moreni-Gura Ocniţei se pot observa condiţiile termice ridicate din zăcămîntul de apă geotermală de la Săcuieni (tab. 4), prin comparaţie cu situaţia din structura Moreni.

După determinarea compoziţiei chimico-mineralogice a depunerilor de pe tuburi se impune cunoaşterea compoziţiei chimice a apelor de zăcămînt şi a celor de injecţie, care s-au deplasat pe aceste tuburi.

Fluidul care se extrage din zăcămîntul de apă geotermală de la Săcuieni este o soluţie formată din apa mineralizată în care se află dizolvat bioxid de carbon. Apa de injecţie din staţia de la Moreni este un amestec al apelor de zăcămînt şi industriale din schelă.

Pentru a modela proprietăţile fizico-chimice ale apelor de zăcămînt şi ale celor de injecţie trebuie determinată mai întîi compoziţia lor chimică. În tabelul 3 se redau două analize de apă din două blocuri ale zăcămîntului de la Săcuieni şi două probe medii de apă de zăcămînt din structura petroliferă Moreni-Gura Ocniţei [10]. Funcţiile de loc şi timp geologic [10; 14; 16; 17] determină variaţii în compoziţia chimică a apelor de zăcămînt, aşa cum se poate observa din datele tabelului 3.

Prezenţa unei cantităţi însemnate de bioxid de carbon în apele geotermale de la Săcuieni determină pentru aceste ape, aşa cum se va arăta mai departe, particularităţi deosebite, atît în condiţiile din zăcămînt [17], cît şi în coloanele de exploatare ale sondelor.

De subliniat că aceste fluide geotermale, dar şi cele de injecţie, sînt medii deosebit de polare [13; 15] care, în contact cu materialul tubular feros pe care circulă, vor acţiona asupra metalului [16; 17].

Asupra alcătuirii structurale a mediilor în contact apreciem că am prezentat un volum adecvat de date; asupra condiţiilor de temperatură, presiune şi volum din tuburile pe care s-a depus carbonatul de calciu se poate forma o imagine din datele prezentate în tabelul 4.

Din condiţiile din zăcămînt (temperatura între 78 şi 81°C pentru partea ridicată a rezervorului şi 97°C pentru cea căzută, presiunea în zona ridicată 142 bar, în cea căzută 155 bar) fluidul geotermal ajunge în coloanele de extracţie la un nivel de presiune sub 50 bar-presiune de saturaţie a sistemului apă mineralizată-bioxid de carbon, aşa cum se ilustrează în diagrama din figura 13, obţinută pentru un

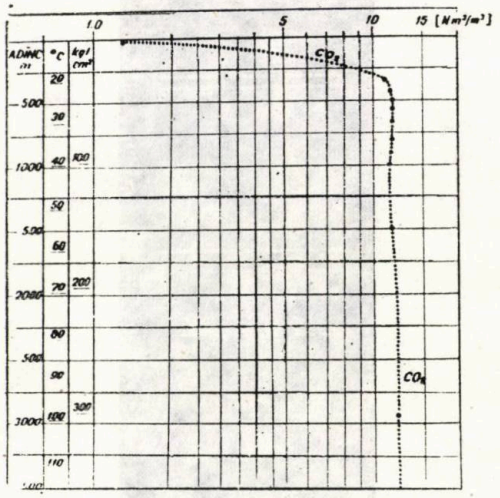


Fig. 13. Dependenţa raţiei de soluţie a CO_2, funcţie de presiunea şi temperatura dintr-un zăcămînt.

zăcămînt, şi cum s-a constatat şi în lucrarea [13], de la care nivel CO_2 începe să iasă din soluţie, cu o intensitate care este funcţie de variaţia de volum a sistemului, căderea de presiune şi reducerea de temperatură. Pentru condiţiile fizice similare celor din zăcămînt, apreciind după datele diagramei [6] din figura 14, raţia de soluţie a bioxidului de carbon în apa nemineralizată se poate estima că ar oscila în jurul mărimii de 22 m^3_N/m^3. Prin prisma date-

lor furnizate de diagrama din figura 13 raţia de soluţie deasupra presiunii de saturaţie era plafonată la 11 m^3_N/m^3. Apreciind după datele analizelor din tabelul 3, apa mineralizată în condiţiile zăcămîntului de la Săcuieni este subsaturată cu bioxid de carbon.

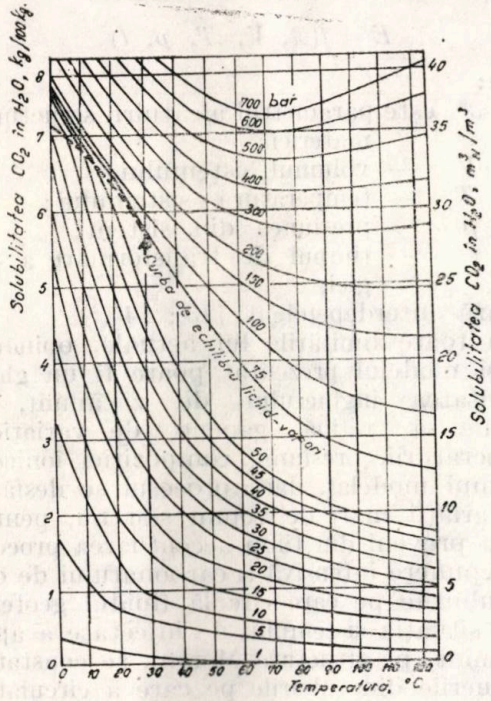


Fig. 14. Diagrama de solubilitate a CO_2 în apă nemineralizată ca funcţie de presiune şi temperatură.

În domeniul echilibrelor chimice CO_2-H_2O sînt greutăţi însemnate de modelare, apărute din faptul că CO_2 în soluţie şi H_2CO_3 — acidul carbonic — sînt operaţional inseparabile. Folosind datele lucrărilor [2; 3; 6; 7; 8; 13; 18] se vor reda cîteva probleme folositoare abordării problematicii puse de prezenta lucrare.

În apa mineralizată, în zăcămînt, există Ca^{2+} (tab. 3), dar în condiţiile fizico-chimice, după indicaţiile termodinamicii, nu poate exista decît în stare de bicarbonat solubilizat în apa termală. În aceeaşi situaţie se află şi Mg^{2+}, mai ales că bicarbonatul lui este şi mai solubil în apa termală.

Făcînd apel la ciclul Born-Haber [7; 8; 18] şi apreciind că în energia de formare a unei substanţe căldura de formare poate fi utilizată ca un indicator al formării reţelelor cristaline [3], se poate ilustra formarea numai a calcitului prin faptul că pentru $CaCO_3$ căldura de formare este de −289,5 Kcal/mol, diferită de a $MgCO_3$, care este de −270,7 Kcal/mol.

Prin faptul că prin proprietăţile lui structurale $MgCO_3$ este mult mai solubil decît $CaCO_3$, carbonatul de magneziu nu se poate precipita în condiţiile fizico-chimice din tuburi, fapt atestat de difractogramele de raze X.

În completarea problematicii puse de prezenta lucrare se va face apel la diagrama din figura 15, luată din lucrarea [3], pentru echilibrele $CO_2-HCO_3^- - CO_3^{2-}$.

După cum este cunoscut [3; 7; 8; 18], constantele de disociere descresc prin creşterea conţinutului ionic, fapt ce determină împingerea curbelor spre stînga în diagrama din figura 15, cum se trece de la apa nemineralizată la apa salină. Din această diagramă se poate observa uşor care specii sînt cele mai

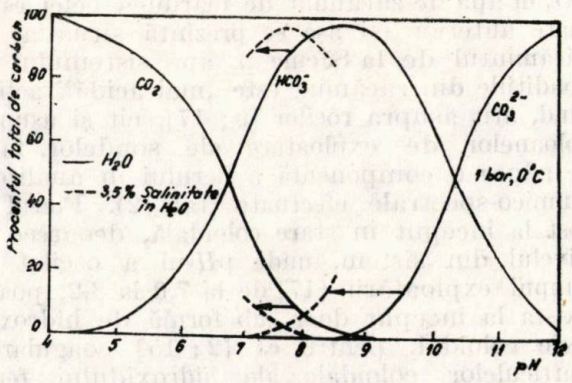


Fig. 15. Distribuţia sistemului $CO_2 - HCO_3^- - CO_3^{2-}$ în apa nemineralizată şi salină, la 1 bar şi 0°C, ca funcţie de p*H*.

preponderente în apa salină, în domeniile de p*H* menţionate.

Considerentele termodinamice indică, prin creşterea temperaturii, că efectul este de favorizare a împingerii echilibrului către partea dreaptă în diagrama din figura 15, în acelaşi timp, însă, temperatura favorizează foarte puternic latura stîngă a echilibrului $CO_2 \rightleftarrows CO_2$ (soluţie), astfel că se ajunge ca procentul de carbon anorganic în soluţie să descrească şi, ca atare, în condiţiile din zăcămînt apa mineralizată are o raţie de soluţie pentru bioxidul de carbon mai redusă, prin comparaţie cu apa nemineralizată.

Efectul creşterii de presiune conduce la împingerea echilibrelor în favoarea fazelor mai condensate şi cu sarcini ionice mai ridicate, astfel că scăderile în p*H*-ul apelor saline cu creşterea de presiune pot fi atribuite acestor mutaţii în echilibre, împreună cu disocierea crescîndă a $CaCO_3$ şi a $MgCO_3$, şi cu o oarecare contribuţie adusă şi de acidul boric [3], prezent în analizele apelor de zăcămînt de la Săcuieni (tab. 3).

În aceste condiţii, în zăcămîntul de apă geotermală de la Săcuieni, neexistînd posibilitatea prezenţei în sistem a calciului, el nu a fost reperat de difractogramele de raze X efectuate asupra carotelor extrase din zăcămînt [17].

Fluidul din zăcămînt, „mai acid", a avut influență și asupra echilibrelor cu rețelele cristaline ale mineralelor argiloase [9], amplificînd componenta montmorillonitică și reducînd cristalinitatea particulelor și, de aceea, în difractogramele de raze X efectuate asupra carotelor extrase din zăcămînt pikurile argilelor nu sînt expresive [17].

În condițiile termodinamice din zăcămîntul de la Săcuieni nu poate exista deci decît posibilitatea prezenței bicarbonatului de calciu și a celui de magneziu în apa geotermală.

Dacă bicarbonatul de calciu nu este în cantitate mare, în prezența unei rații de soluție a CO_2 în apa de zăcămînt de mărimea celei estimate anterior (și așa se prezintă situația în zăcămîntul de la Săcuieni), apa sistemului în condițiile din zăcămînt este „mai acidă" acționînd, atît asupra rocilor [9; 17], cît și asupra coloanelor de exploatare ale sondelor, fapt ce aduce o componentă a fierului în analizele chimico-spectrale efectuate (tab. 2). Fierul a fost la început în stare coloidală, deoarece la nivelul din sistem, unde pH-ul a oscilat în timpul exploatării [17] de la 7,0 la 8,2, poate exista la început doar sub formă de hidroxid feric coloidal, pentru că [2; 15] coagularea particulelor coloidale ale hidroxidului feric începe de la un pH în jur de 7, în timp ce coagularea hidroxidului feros coloidal începe de la p$H > 8{,}5-9$.

Dece a precipitat carbonatul de calciu în cele două structuri menționate: compactă (fig. 3 și 4) și poroasă (fig. 1 și 2). Apa geotermală are în soluție, așa cum s-a arătat anterior, bioxid de carbon, a cărui intensitate de ieșire din soluție este funcție de căderea de presiune, de reducerea de temperatură și de creșterea de volum din sistem. Cum tubul mare (fig. 1 și 2) a avut capătul de evacuare puternic denivelat (tab. 4), în ce privește V, T, p, bioxidul de carbon a ieșit în mod intens din soluție, generînd o structură poroasă și slab cimentată. În cazul cînd variațiile de V, T, p sînt line în exploatare, pH-ul apelor geotermale ajungînd azi la 8—8,2 (tab. 3), echilibrul, indicat de diagrama din figura 15, aduce ionul CO_3^{2-} în stare activă, care, intrînd în reacție cu Ca^{2+}, aflat în soluție, precipită $CaCO_3$, care este puțin solubil.

Precipitarea acestui calcit opinăm că este facilitată și de prezența particulelor argiloase polare, care stau pe post de catalizator, ajutînd reacția de cristalizare a calcitului.

În prezența unor variații line și mici ale parametrilor ecuației de stare, depunerea se face lin, compact, uniform și în timp se depune strat peste strat, realizîndu-se structura redată de fotografia din figura 4.

Variațiile în timp din structura depunerilor din figurile 1—4 indică grade diferite de antrenare a particulelor mineralelor argiloase din colector, funcție de regimul de exploatare imprimat sondelor.

Modelul prezentat desigur că se cere să fie completat cu noi cercetări, care să-l apropie și mai mult de condițiile din zăcămînt și din sistemul de extracție-transport. Modelarea este însă deosebit de grea, deoarece parametrii ecuației fundamentale a energiei:

$$E = f(\mathcal{R},\ V,\ T,\ p,\ t)$$

unde:

- $\mathcal{R}$ este parametrul alcătuirii structurale a materiei;
- V — volumul sistemului;
- T — temperatura sistemului;
- p — presiunea din sistem;
- t — timpul de transformare a energiei,

variază interdependent [13; 14].

Cu toate limitările lui actuale, opinăm că totuși modelul prezentat poate fi un ghid în activitatea inginerului de zăcămînt, care trebuie să rețină gamele de variație ale temperaturii, presiunii, compoziției ionice din sistemul modelat, dacă procesul se desfășoară cu variații mari de volum sau nu, pentru a putea preveni din timp accentuarea procesului de depunere intensivă a carbonatului de calciu pe tuburile pe care circulă fluidul geotermal.

În situația sistemului de injectare a apei în zăcămînt, pe structura Moreni, se constată că depunerile din tuburile pe care a circulat apa de injecție sînt formate, așa cum indică investigarea roentgenostructurală, cu preponderență din calcit, depuneri care includ în ele și structuri cristaline de minerale argiloase.

Compoziția chimică a apelor de zăcămînt din structura Moreni este net diferită de cea a apelor de zăcămînt de la Săcuieni (tab. 3); de exemplu participarea Ca^{2+} în apele de injecție depășește de peste 14 ori pe cea din apele geotermale.

Deosebit de distincte sînt și condițiile de temperatură și presiune (tab. 4). În condițiile de presiune, temperatură și volum din sistemul de injecție analizat, cantitatea de CO_2 solubilizat în apele de injecție nu poate fi neglijată, căci, după cum indică diagrama din figura 14, rația de soluție poate ajunge pînă la 7 m^3_N/m^3, pentru cazul apei nemineralizate, și desigur este ceva mai mică pentru apa mineralizată (fig. 13), posibil de determinat cantitativ doar pe sistemul real, la momentul de investigare [13].

Prezența bicarbonaților în apele de injecție (tab. 5) este însemnată, mai ales în unele perioade, consecință a amestecării apelor de zăcămînt din diferite surse ale schelei.

Calculînd pH-ul saturației la echilibru al apelor de injecție [2]:

$$pH_s = f_1(t) - f_2(Ca^{2+}) - f_3(alc.) + f_4(S)$$

Tabelul 5

Conținutul apei de injecție

Data	Conținutul, mg/l				pH
	HCO_3^-	materie organică	suspensii coloidale		
			fier	argile	
30.IX.1980	1 084,48	39,4	204,1		6,2
14.XI.1980	1 146,09	40,0	25,4	87,6	7,4
17.II.1981	1 035,18	82,2	237,4		6,5
28.XII.1981	890,71	8,4	0,4	19,2	6,4
29.III.1982	1 024,93	37,8	1,8	81,6	7,0
22.XII.1982	1 134,74	21,4	27,5	58,1	7,0

unde: $f_1(t)$ este funcția de temperatură a apei
$f_2(Ca^{2+})$ — funcția conținutului în apă a cationului calciu;
$f_3(alc.)$ — funcția alcalinității apei;
$f_4(S)$ — funcția conținutului total de săruri din apă,

se obțin mărimi între 6,0 și 6,6, care sînt inferioare pH-ului apei de injecție (tab. 5), iar în situația cînd indicele de saturație:

$$I = pH - pH_s$$

este pozitiv, apa de injecție depune intens carbonatul de calciu pe tuburile feroase pe care circulă [15].

Din constatarea participării deosebit de însemnate a Ca^{2+} în apele de injecție, din prezența CO_2 în aceste ape, și în condițiile în care stația de epurare nu are un sistem de decarbonizare a apei, se poate reține că depunerea carbonatului de calciu nu poate fi înlăturată.

După cum este cunoscut [2; 15; 16] mijlocul cel mai utilizat de decarbonizare constă din prelucrarea apei de injecție cu soluție de $Ca(OH)_2$, prin aceasta reținîndu-se bioxidul de carbon din apă:

$$CO_2 + 2OH^- \rightarrow CO_3^{2-} + H_2O,$$

realizîndu-se și o creștere a pH-ului apei la 8,3—8,4, necesar pentru continuarea reacției de decarbonizare, așa cum indică diagrama din figura 15, adaosul de lapte de var conducînd la îndepărtarea bicarbonaților:

$$HCO_3^- + OH^- \rightarrow CO_3^{2-} + H_2O$$

Ionul de CO_3^{2-} format intră în reacție cu Ca^{2+}, aflat în apa de injecție, precipitînd $CaCO_3$, care este foarte puțin solubil și cade în depunere, putînd fi îndepărtat [15].

Din cauza neîndepărtării totale a țițeiului din apele supuse epurării, apar greutăți în realizarea decarbonizării apei de injecție, deoarece compușii organici polari îngreuiază floculare depunerilor de carbonați și astfel pe tuburile pe care circulă apa de injecție spre sonde vor apare depunerile de carbonat de calciu.

Prezența argilelor coloidale în depunerile de pe tuburi este creată de neprelucrarea fizico-chimică cantitativă a apelor supuse tratării [15; 16].

Din prezentarea celor două situații se poate reține că depunerile de carbonat de calciu pe tuburile pe care au circulat apele sînt consecința legică a transformărilor energiei din sisteme, transformări generate de variațiile interdependente ale parametrilor ecuației energiei, că odată cu variațiile presiunii, temperaturii și volumului sistemului legea conservării energiei aduce variații în alcătuirea structurală a materiei, în mișcarea ei de-a lungul timpului.

Modelatorul trebuie să cunoască aceste fundamente și să caute să creeze posibilități de modelare, să elaboreze dependențe cantitative, care să-i permită să explice în modul cel mai adecvat și să controleze fenomenele mișcării materiei în zăcămînt, în sonde și în orice sistem în exploatare.

Bibliografie

[1] Ahrens, L. H., Taylor, S. R. *Spectrochemical analysis.* Addison-Wesley Publ. Co., London, 1961.

[2] Apelțin, E. I., Maksimovici, K. G. *Podgotovka vodi dlia zavodnenia neftianih plastov.* Gostoptehizdat, Moskva, 1951.

[3] Horne, R. A. *Marine chemistry.* Wiley Interscience, New York, 1969.

[4] * * * *Index to the powder diffraction file.* A.S.T.M. Publ. Philadelphia, 1966.

[5] Kler, M. M. *Polukolicestventi spektralnii analiz mineralnovo sîria.* Izdat. Leningradskovo Universiteta, 1960.

[6] Kohl, L. A., Riesenfeld, F. C. *Ocistka gaza.* (Traducere din limba engleză), Gostoptehizdat, Moskva, 1962.

[7] Moelwyn-Hughes, E. A. *Physical Chemistry.* Pergamon-Press, London, 1961.

[8] Nenițescu, C. D. *Chimie generală.* Ed. didactică și pedagogică, 1972.

[9] Pârcălăbescu, D. I. *Contribuție la explicarea mecanismului acidizării mineralelor componente ale mediului solid al unor zăcăminte de țiței din România.* Buletinul Institutului de petrol, gaze și geologie, București, vol. XVI, 1967.

[10] Pârcălăbescu, D. I. *Contribuție la cunoașterea compoziției chimice a apelor de zăcămînt din structura Moreni-Gura Ocniței.* Petrol și Gaze, vol. 22, 1971, nr.1.

[11] Pârcălăbescu, D. I. *Determinarea compoziției chimice a mediului solid din neogenul structurii petrolifere Moreni-Gura Ocniței.* Chimie analitică, nr. 3, 1972.

[12] Pârcălăbescu, D. I. *Contribuție la cunoașterea proprietăților fizico-chimice ale mediului solid al unor zăcăminte de hidrocarburi fluide localizate în albianul zonei centrale a Platformei moesice.* Buletinul Institutului de petrol, gaze și geologie, București, vol. XIX, 1972.

[13] Pârcălăbescu, D. I. *Interacțiunea bioxidului de carbon cu apele și rocile colectoare de țiței în condiții de zăcămînt.* Mine, Petrol și Gaze, nr. 8, 1980.

[14] Pârcălăbescu, D. I. *Considerații fizico-chimice și geochimice asupra mediului solid din meoțianul structurii Oprișenești.* Mine, Petrol și Gaze, nr. 5, 1981.

[15] Pârcălăbescu, D. I. *Apa ca agent de dezlocuire.* În *Ingineria zăcămintelor de hidrocarburi.* Vol. II, Ed. tehnică, 1981.

[16] Pârcălăbescu, D. I., Manea, F. *Îndepărtarea suspensiilor coloidale din apele de injecție.* Mine, Petrol și Gaze, nr. 9, 1980, Mine, Petrol și Gaze, nr. 7, 1981.

[17] Pârcălăbescu, D. I. *Cercetări fizico-chimice și geochimice asupra mediului solid și mediului fluid din zăcămîntul de apă termală de la Săcuieni.* Institutul de petrol și gaze, Ploiești, 1982.

[18] Săndulescu, D. *Chimie fizică.* Ed. științifică și enciclopedică, București, 1979.

[19] Thorez, J. *Phyllosilicates and clay minerals.* G. Lelotte, Belgique, 1975.

Conducerea prin dispecerat, cu folosirea telemecanicii şi a calculatoarelor electronice, a activităţii gaziere în fluxul extracţie—transport—distribuţie

Dr. ing. N. Simescu
Centrala gaz metan Mediaş

I. Generalităţi

Majoritatea ţărilor cu industrie gazieră dezvoltată, industrie de care s-a luat cunoştinţă prin schimburi de experienţă, documentaţii tehnice şi literatură de specialitate, au organizată activitatea gazieră în fluxul tehnologic: extracţie (import gaze naturale, gaze lichefiate sau gaze manufacturate), transport gaze prin conducte magistrale sau regionale, schimburi de gaze între ţări, distribuţie gaze în centre populate şi platforme industriale mari consumatoare de gaze.

Conducerea prin dispecerat a întreprinderilor de profil sau a sistemului integrat producător — transport — distribuţie gaze — destinatari de gaze, se realizează, de obicei, în baza unui sistem centralizat şi ierarhizat.

Noţiunea de „sisteme automatizate pentru conducerea prin dispecerat a activităţii gaziere" nu are acelaşi conţinut pentru toate industriile gaziere de care avem cunoştinţă, dar s-ar putea defini în faza cea mai dezvoltată a unui astfel de dispecerat prin similitudine cu „feed-back", adică:

— prescrierea unui regim tehnologic pe baza unor previziuni curente sau pe termen relativ scurt;

— urmărirea ,prin aparatură locală automată de control — telemecanică — aparatură de calcul electronică, a parametrilor reali ce caracterizează procese tehnologice locale şi ansamblul procesului tehnologic;

— compararea acestor parametri reali cu cei prescrişi, prin intermediul unui calculator electronic de proces;

— comandarea automată de către calculatoarele de proces a resurselor şi manevrelor necesare pentru corectarea parametrilor reali, în vederea aducerii acestora în plaja parametrilor prestabiliţi ca repere.

În general, un astfel de sistem automat integrat de conducere prin dispecerizare s-a realizat, pînă în prezent, în ţările cu industrie gazieră la nivele locale sau cel mult regionale şi se tinde la dezvoltarea lor pentru marile sisteme de asigurare cu gaze şi, în final, la nivel centralizat.

Unele progrese notabile în acest sens s-au realizat pentru activităţile de profil, ca de exemplu.

II. Extracţia gazelor

S-au realizat scheme-tip de instalaţii privind extracţia şi pregătirea gazelor naturale în schele, completate cu toate dotările corespunzătoare, inclusiv elemente de automatizare, echipamente de telemecanică, seturi de programe ce urmează a fi folosite în conducerea procesului de extracţie prin calculatoare electronice.

În general, în acest scop se apelează la module de programe care, combinate în diferite moduri, conduc la obţinerea de macromodule care rezolvă:

- controlul şi comanda instalaţiilor;
- controlul procesului sub aspectul producţiei şi al productivităţii;
- controlul calităţii gazelor livrate;
- evoluţia şi dinamica rezervelor de gaze;
- evoluţia presiunilor de zăcămînt şi a celor dinamice;
- evoluţia debitului de sondă medie caracteristică;
- evoluţia cumulativului extras;
- număr de sonde în funcţiune;
- capacitatea de producţie în rezervă etc.

Deci, se pune accentul ca la nivelul cîmpurilor de gaze să se rezolve în totalitate problemele tehnologice de extracţie a gazelor, urmînd ca la nivelele superioare (întreprinderi, centrale, dispecerat naţional) să ajungă numai informaţiile principale şi numai dacă acestea sînt oportune.

În perspectivă urmează să se realizeze dotarea organizaţiilor producătoare de gaze cu calculatoare de proces, care vor da un volum limitat şi util de indicaţii punctelor tehnologice, punctele tehnologice locale de urmărire a extracţiei şi tratării gazelor livrate în sistemul de conducte magistrale urmînd să-şi rezolve singure problemele tehnologice proprii în regim optimizat, prin microprocesoare.

De la nivelul organizaţiilor teritoriale de extracţie a gazelor naturale către întrerprinderile şi centralele coordonatoare şi către dispecerul central, informaţiile se transmit în flux piramidal, în sistem „on-line" şi „off-line", de la caz la caz, informaţiile fiind raţionalizate pe criteriul strictei utilităţi, pentru a nu aglomera cu volum de date neesenţiale nivelele superioare.

Datele informaţionale ajunse la nivelul dispeceratului central se înregistrează în banca de date a sistemului electronic de calcul, se protocolează pe imprimantă, se afişează după programe sau, la cerere, pe display-uri şi pe schema sinoptică generală şi se pot înscrie în evidenţa curentă, cu o periodicitate prestabilită, dar care, în general, nu depăşeşte 3 ore.

Fluxul informaţional este prelucrat cu ajutorul calculatorului electronic, care elaborează soluţii tehnologice şi decizii de optimizare, deciziile persoanelor responsabile fiind comunicate eşaloanelor inferioare, de asemenea ,,on-lin " sau ,,off-line" sau combinat, în funcţie de necesităţi şi de stadiul dotării respective.

III. Transportul gazelor

În general, sistemul naţional de transport gaze se compune din sisteme de conducte regionale şi interregionale, fiecare din acestea comportînd :

— una sau mai multe conducte de diferite diametre, interconectate între ele şi dotate cu armături şi dispozitive specifice (panouri de măsurare de primire a gazelor, robinete de secţionare, refulatoare de gaze, separatoare de gaze, instalaţii de protecţie catodică, instalaţii de godevilare etc.);

— staţii de comprimare a gazelor;

— staţii de reglare şi măsurare a gazelor în vederea predării lor la unităţile de distribuţie a gazelor, cu instalaţiile de filtrare, separare şi odorizare a gazelor, după caz;

— instalaţii tehnologice de tratare a gazelor şi de încălzire a acestora în funcţie de condiţiile specifice etc.

Sistemele de transport gaz funcţionează indisolubil legate de sursele de alimentare cu gaze, de depozitele de înmagazinare subterană a gazelor, de cîmpurile de gaze tampon (exploatate în sezonul rece) şi de sistemul de distribuţie a gazelor.

Dispecerizarea prin sisteme automatizate a transportului gazelor este, de asemenea, ierarhizată pe sisteme de transport regionale şi pe subunităţi teritoriale, urmărind :

- regimurile tehnologice de transport gaz sub aspectul debitelor şi presiunilor;
- funcţionarea corespunzătoare a instalaţiilor tehnologice specifice din dotare;
- emiterea unor telecomenzi pentru efectuarea unor manevre pe conducte sau în instalaţiile tehnologice aferente.

Instalaţiile tehnologice din compunerea unui sistem regional sînt dotate sau în curs de dotare cu elemente de automatizare şi protecţie locală, conduse de microprocesoare sau de sisteme de telemecanică bazate pe logică secvenţială (staţii de comprimare, staţii de tratare gaze, unele staţii de reglare-măsurare importante).

Informaţiile de la punctele caracteristice şi nodurile tehnologice de pe conductele regionale converg ,,off-line" sau ,,on-line" la un dispecerat regional (zonal), care controlează toate elementele necesare şi transmite într-un sistem de flux piramidal, către nivelele superioare, numai informaţiile strict necesare acestor nivele, de asemenea, în sistem ,,off-line" şi ,,on-line".

Telecomenzile pentru armăturile de secţionare şi evacuare a gazelor şi eventual către staţiile de comprimare se pot realiza de la un centru de sector, care controlează un număr limitat de kilometri de conductă şi staţii de comprimare şi de la nivelul regional (zonal) numai pentru anumite armături principale.

Atît pe traseul conductelor, cît şi în unele instalaţii tehnologice importante, este indicat a se utiliza armături de secţionare autocomandate pe baza gradientului de presiune sau a gradientului de debit.

Parametrii tehnologici importanţi obţinuţi de la nivelele locale şi zonale în transportul gazelor urcă în flux piramidal către nivelele ierarhice superioare pînă la dispeceratul central şi sînt prelucrate după acelaşi model arătat pentru activitatea de extracţie a gazelor.

Ceea ce este important la nivelul dispeceratului central în prelucrarea parametrilor obţinuţi din activitatea de transport gaz şi în deciziile ce se emit către nivelele inferioare este rezolvarea problemei fundamentale a oricărei industrii gaziere, adică aceea de a pune de acord caracterul relativ constant într-o perioadă dată a surselor de gaze cu caracterul variabil al consumului sezonier, zilnic şi orar, în care scop capacităţile de extracţie şi cele de transport trebuie să se conjuge optimal cu următoarele mijloace tehnice şi tehnologice:

— utilizarea staţiilor de comprimare din cîmpurile de gaze şi de pe traseele conductelor;

— utilizarea stocajelor subterane de gaze;

— utilizarea cîmpurilor tampon de gaze;

— utilizarea depozitelor de GNL acolo unde este cazul :

— utilizarea rezervelor de gaze din conductele de transport şi din conductele inelare din jurul marilor consumatori;

— aplatizarea curbelor de consum zonal şi limitarea debitelor de gaze la unele platforme industriale sau mari consumatori de gaze.

IV. Distribuţia gazelor

Sistemele automatizate pentru conducerea prin dispecerat a aprovizionării cu gaze a consumatorilor au, de regulă, aceleaşi caracteristici cu cele din transportul gazelor, excluzînd instalaţiile tehnologice care nu intră în compunerea sistemului de distribuţie a gazelor (staţii de comprimare, staţii de tratare gaze etc.) şi punînd un accent deosebit pe urmărirea

continuității livrării gazelor la consumatori la parametrii cantitativi și calitativi contractați.

V. Probleme privind organizarea dispecerizării gazelor la nivel central (național)

Informațiile primite, după cum s-a arătat mai sus „off-line" sau „on-line" de la activitățile de profil într-un flux piramidal la nivelul dispeceratului central (național), se afișează prin telemecanică sau prin calculatoare electronice de aparatură adecvată (debite, presiuni, temperaturi etc.), sînt înscrise pe imprimante, se protocolează și sînt afișate, de asemenea, pe display-uri și scheme sinoptice, după un anumit program sau la cerere. Aceste informații fac obiectul înmagazinării în băncile de date, integral sau selectiv, în funcție de importanța lor și de scopul urmărit.

În multe cazuri, în afara înregistrărilor prin telemecanică și tehnică electronică de calcul, se utilizează și înscrierea manuală în registre a anumitor parametri, dar la o periodicitate mai mare (de exemplu 2—4 ore).

Cele arătate pentru dispeceratul central constituie numai partea operativă de supraveghere cvasicontinuă a stării extracției, transportului și distribuției gazelor.

Atribuțiile dispeceratului central (național) sînt mult mai complexe, comportînd:

- funcția de control mai sus arătată;
- emiterea unor hotărîri operative, în funcție de parametrii controlați;
- asigurarea băncii de date;
- stabilirea regimurilor tehnologice la nivelul sistemului național, pentru perioada curentă, de perspectivă apropiată și de perspectivă pe termen mediu, în funcție de condițiile meteorologice și celelalte particularități ce influențează consumul de gaze;
- întocmirea planurilor de producție, transport și distribuție a gazelor pentru perspectivă îndelungată (ani, cincinal);
- stabilirea necesarului de gaze pentru perspectivă foarte îndelungată (10—20 ani);
- emiterea repartițiilor de gaze către consumatori;
- urmărirea consumului de gaze în profil teritorial, pe ministere beneficiare sau pe alte criterii, pentru perioadele curente și cele trecute;
- propuneri de modernizări și completări a dotărilor tehnologice și a investițiilor în extracția, transportul și distribuția gazelor;
- conlucrarea cu dispeceratele ministerelor marilor consumatori de energie, cu dispeceratul hidro-meteo etc.

Deciziile dispeceratului central (național) transmise „off-line" și „on line" către nivelele inferioare la întreprinderile de profil sînt obligatorii, în care scop dispeceratul central trebuie să beneficieze de un statut de organizare și funcționare detaliat întocmit și de o subordonare care să-i întărească autoritatea.

★

Concluzionînd, asigurarea cu gaze a unei țări, respectiv și a țării noastre prin sisteme automatizate pentru conducerea prin dispecerat, comportă organizarea circulației informațiilor de natură tehnico-economică în funcție de dotarea tehnică și tehnologică actuală și de perspectivă, pe nivele de conducere, după cum urmează.

NIVEL I — minister, centrală de specialitate, care dispun de două funcții esențiale:

— funcția de conducere a ramurii (planificare);

— funcția de conducere prin dispecer a sistemului unic de alimentare cu gaze a consumatorilor care, în esență, este de natură tehnologică.

În cadrul acestei funcții se rezolvă controlul prin dispecerat (debite, utilizarea capacităților de transport a conductelor, variația zestrei etc.), calculul regimurilor tehnologice de transport gaze prin conducte, particularizarea regimurilor de transport la condițiile concrete zonale, modelarea rețelelor de gaze etc.

Organul de execuție a acestei funcții este dispeceratul central (național) de gaze, dispecerat dotat cu tehnică electronică de calcul, telemecanică, echipament de înregistrare și afișare a datelor etc.

Informațiile la dispeceratul național parvin prin intermediul unui centru de colectare și prelucrare automată a datelor, dotat cu o puternică tehnică electronică de calcul care asigură, pe lîngă transmiterea datelor operative, banca de date, programele specifice activităților de extracție, transport și distribuție, modelarea rețelelor, emiterea repartițiilor de gaze, programele necesare optimizării unor activități, programe pentru cazuri de avarii, lucrări de planificare pe termen mediu și perspectivă mai îndelungată etc.

De asemenea, la centrul de colectare și prelucrare automată a datelor sînt branșate dispeceratele întreprinderilor de profil, care au funcții asemănătoare cu cele ale dispeceratului central (național), dar reduse la nivelul specificului și necesităților respective, ca de exemplu:

— conducerea și supravegherea operativă a producției;

— dialog interactiv cu centrul de colectare și prelucrare automată a datelor, în vederea utilizării acestuia în conducerea și optimizarea procesului tehnologic;

— dialog interactiv și colaborare operativă cu dispeceratul central (național);

— dialog interactiv cu punctele de dispecerizare în subordine;

— afișează și imprimă informații și, de la caz la caz, stochează o parte din acestea.

NIVEL II — dispeceratele regionale amplasate în centrele de greutate ale rețelelor extracției, transportului și distribuției gazelor, care primesc datele și informațiile furnizate de nivelul III și transmit datele prelucrate la nivelul I.

La acest nivel, prin aceste dispecerate, se realizează următoarele funcții:

— calcularea, prelucrarea și stocarea, în mod automat, de date și efectuarea calculelor de debite;

— supravegherea continuă a bunei funcționări a posturilor locale controlate;

— asigurarea transmiterii și schimbului automat de date prelucrate, semnalizări etc., la nivelul I;

— primirea și transmiterea de date și ordine de serviciu etc.

NIVEL III — posturile locale controlate cuprinzînd cîmpuri de gaze, stații de compresoare, depozite subterane de înmagazinări gaze, stații de tratare, stații de reglare și măsură, noduri tehnologice etc.

Posturile locale controlate de la acest nivel trebuie să fie dotate cu echipamente moderne de telemecanică, cuprinzînd aparatură primară, traductoare de presiuni, debite, temperaturi, aparatură de conversie și teletransmitere a datelor etc., capabile să furnizeze date de proces, în limitele admise de standardele în vigoare către nivelul II (dispeceratele regionale de care aparțin).

Acestui nivel îi sînt atribuite funcții constînd din:

- transmiterea automată către nivelul II (dispecerate regionale) a datelor de măsurători de debite, presiuni, temperatura gazelor, cu o frecvență prestabilită;
- semnalizarea stării utilajelor principale;
- realizarea telecomenzilor necesare unor manevre tehnologice, telecomenzi recepționate de la nivelul II (dispecerate regionale).

Punctele locale controlate pot fi și concentratoare de informații pentru un anumit cîmp de gaze, o zonă a unei conducte de transport gaze, a unor instalații tehnologice complexe sau a unui sector din sistemul de distribuție a gazelor. La acest nivel se regăsesc numai funcții tehnologice.

Fluxul informațional între nivelele arătate este selectiv și piramidal, modul de realizare fiind între anumite nivele, atît „on-line", cît și „off-line", iar suportul de telecomunicații fiind realizat preponderent prin cabluri, transmiterea radio regăsindu-se între punctele izolate unde nu există sau nu este posibil, tehnic și economic, să se realizeze cablul.

Dotarea cu aparatură de telemecanică și de calcul eletronic, sub aspectul volumului acestora, a ponderii și a caracteristicilor, poate varia de la industrie gazieră la industrie gazieră sau chiar, în cazul aceleiași industrii gaziere, de la o etapă de dezvoltare la alta.

Dimensionarea numărului de personal și a structurii acestuia în procesul de conducere automată a sistemelor de gaze, pe nivelele respective, se face în funcție de dotarea tehnică și de caracteristicile specifice organizării generale a industriei gaziere din țara respectivă.

Cu toate aceste posibile deosebiri între diferitele industrii gaziere, în organizarea și dotarea conducerii prin dispecerat există un țel comun și anume asigurarea planificată a gazelor la consumatori, prin extragerea, transportul și distribuirea lor în regim optimizat, cu un grad de fiabilitate ridicat și cu rezolvarea imperativului de asigurare a consumului de gaze în condițiile variabilității acestuia față de constanta aproximativă a producției, pentru o perioadă dată.

Realizarea sistemelor automatizate pentru conducerea prin dispecerat a activității gaziere necesită investiții relativ ridicate, bineînțeles diferențiate de la o țară la alta, în funcție de complexitatea sistemelor gaziere, de modul în care au fost concepute și construite inițial, de sarcinile pe care și-le propune conducerea automatizată etc.

La noi, ca și în alte țări, eficiența tehnico-economică a acestei investiții a constituit o problemă din punctul de vedere al ilustrării acesteia sub aspect pur economic. De aceea, considerăm potrivit să subliniem, în încheiere, principalele avantaje tehnico-economice luate în considerare pentru specificul industriei gaziere în țara noastră, avantaje regăsite și în alte industrii gaziere și multe dintre ele confirmate deja în acele țări în care există un număr de ani de experiență în conducerea dispecerizării prin sisteme automatizate.

a. Conducerea industriilor gaziere prin sisteme automatizate și dispecerat devine o necesitate obiectivă la un anumit grad de creștere a complexității acestei activități.

Spre exemplificare arătăm că toate țările cu industrie gazieră practică acest sistem, indiferent de mărimea țării, de sistemul social și de guvernămînt, sau de locul pe care-l ocupă în ierarhia stabilită pe baza venitului pe cap de locuitor.

b. Scopul oricărei activități gaziere îl constituie asigurarea cu gaze a economiei naționale și a populației, asigurare cu gaze care trebuie să se desfășoare în baza unor reguli prestabi-

lite prin contracte, prin reglementări legale sau alte acte normative.

Cum prin sistemele automatizate pentru conducerea prin dispecerat a industriilor gaziere se urmărește realizarea politicii energetice de producție și utilizare a gazelor în economia națională, importanța și justificarea lor economică, sub acest aspect, rezultă, în chintesență, din faptul că lipsa unui metru cub de gaze în economie echivalează cu o pagubă reprezentînd de circa 25—30 ori valoarea gazului nelivrat economiei.

c. Așa după cum s-a arătat, activitatea industriilor gaziere, în interiorul acestora cît și cu beneficiarii interni sau externi, este reglementată de contracte și acte normative, prin care sînt stipulate condiții ferme de predare-primire, penalități etc.

Urmărirea respectării acestor prevederi și încadrarea în ele nu este posibilă fără dispecerizarea utilizînd sisteme automatizate de conducere și numai în acest fel se poate evita plata unor penalizări care, de multe ori, reprezintă o parte însemnată din costul investiției necesitate de crearea sistemelor automatizate de dispecerizare.

d. Avantajele tehnico-economice ale conducerii prin sisteme automatizate de dispecerizare, cu reflectare directă în industria gazeiră respectivă, se regăsesc în:

— Economii electro-energetice prin optimizarea funcționării stațiilor de electrocompresoare și altor instalații tehnologice ce utilizează energie electrică care, după un model rezultat din experiența U.R.S.S., reprezintă circa 7%.

— Economii de gaze pentru necesitățile proprii (stații de gazo-motocompresoare, stații de tratare gaze, încălziri tehnologice etc.) care, de asemenea, luînd ca exemplu același model, reprezintă circa 7%.

— Reducerea pierderilor de gaze prin urmărirea permanentă a stării conductelor, a depistarea în timp util a defectelor și intervenția promptă pentru remedierea acestora, care conduce, în medie, la diminuarea pierderilor de gaze cu circa 10—20% față de realizările înregistrate înaintea introducerii sistemelor automatizate de dispecerizare.

— Creșterea capacității de transport și distribuție prin stabilirea unor regimuri optimale cu minimum 5%, ceea ce, în condițiile unor debite maxime zilnice, ce depășesc 100 mil m^3/zi, reprezintă echivalentul unei conducte de circa 24" sau a costului unei stații de comprimare de 5—8 000 CP.

— Asigurarea unor soluții tehnologice de rezervă (variante tehnologice) pentru cazuri de avarii în cîmpurile de gaze, în activitatea de transport și distribuție, ceea ce pe de o parte dă posibilitatea realizării rapide a celor mai indicate manevre pentru diminuarea urmărilor avariilor și, în același timp, permite micșorarea duratei de rezolvare a lor.

— Prin sistemele automatizate pentru conducere și dispecerizare se asigură optimizarea preluării vîrfurilor de consum sezoniere și zilnice și, în special, a celor orare, prin urmărirea permanentă a variației zestrei de gaze din conducte și a utilizării ei raționale. De remarcat, în acest sens, că la unele centre mari consumatoare de gaze aportul zestrei conductelor la preluarea vîrfurilor orare reprezintă peste 10% din consumul total.

— Prin sistemele automatizate de dispecerizare fluxul informațional și decizional se îmbunătățește sub aspectul fiabilității, sincerității și reducerii subiectivității. De asemenea, sistemele automatizate constituie un aport suplimentar și hotărîtor în îmbunătățirea legăturilor între eșaloanele superioare, organizațiile intermediare, organizațiile regionale și punctele de lucru în ambele sensuri, în rezolvarea unor probleme ce nu sînt specifice dispecerizării, dar de mare importanță în bunul mers al activităților tehnico-economice ale industriilor gaziere (controlul stării sondelor, instalațiilor tehnologice de profil, conductelor etc., siguranță în funcționarea și exploatarea în parametrii normali a acestora, identificarea și rezolvarea operativă a unor anomalii, accidente tehnice și avarii, urmărirea activităților de întreținere și reparații, crearea unei bănci de informații, a unor statistici adecvate etc., transmiterea unor dispoziții urgente, crearea condițiilor de a se face față mai bine unor calamități naturale ca: inundații, cutremure, alunecări de pămînt etc.).

— Introducerea sistemelor automatizate de conducere și dispecerizare impune modernizarea bazei tehnologice a industriei gaziere, mai ales în țări cu activitate îndelungată și, ca

atare, cu o parte a dotărilor tehnice învechită (îmbunătăţirea măsurării parametrilor gazelor — Q, P, t, parametrii calitativi —, modernizarea organelor de reglare şi închidere, modernizarea telecomunicaţiilor etc.).

Avantajele tehnico-ecohomice, sub aspect cantitativ şi calitativ, diferă de la o industrie gazieră la alta, în funcţie de specific, mod de organizare şi posibilităţi de dotare tehnică dar, în principiu, cele arătate mai sus sînt comune tuturor.

De aceea şi termenul de recuperare a investiţiilor, necesitate de crearea sistemelor automatizate pentru conducere prin dispecerat, diferă de la o ţară la alta, dar pentru toate, aşa după cum a rezultat din schimburile de experienţă efectuate şi din literatura de specialitate, acesta se încadrează între doi şi opt ani.

Trasarea automată a hărţilor structurale

Ing. **Le Ngoc Quang**

I. Introducere

Actualmente, volumul informaţiilor geologice este din ce în ce mai mare, iar gradul de complexitate mai ridicat, astfel că pentru interpretarea acestora, în mod mai rapid, mai exact şi mai obiectiv, este indispensabilă folosirea sistemelor de prelucrare automată a datelor.

În cadrul acestui articol se propune un model de realizare a unor hărţi cu izolinii, model care se poate utiliza nu numai în domeniul geologiei şi petrolului, ci şi în alte domenii.

Programul elaborat se referă, atît la analiza datelor brute (fără a elimina datele cu erori întîmplătoare sau sistematice), cît şi la construcţia oricărei hărţi cu izolinii pentru suprafeţe continue (de exemplu: hărţi ale suprafeţelor structurale fără accidente rupturale sau cu accidente nesemnificative). Programul poate fi utilizat însă şi pentru a obţine alte tipuri de hărţi (de grosime, de porozitate, de permeabilitate, geochimice, geofizice etc.).

II. Descrierea algoritmului suprafeţei de tendinţă

O suprafaţă cu ondulaţie neexagerată se poate aproxima, aşa cum se obişnuieşte, cu o suprafaţă polinomială de tipul:

$$z = P(x, y) = \sum_{i=1}^{m+1} \sum_{j=1}^{i} a_k x^{i-j} y^{j-1}, \qquad (1)$$

unde:

m	reprezintă	gradul polinomului;
x,y	—	variabilele independente (coordonate geografice);
z	—	variabilă dependentă (cote, valori observate...);
a_k	—	coeficienţii polinomului;
k	=	$\overline{1, r}$;
r	=	$\frac{(m+1)\cdot(m+2)}{2}$.

Pentru suprafeţe cu ondulaţie exagerată sau foarte neregulată se propune o altă suprafaţă de tendinţă denumită „suprafaţă de funcţie exponenţial-polinomială" de tipul:

$$z = e^{P_1(x, y)}, \qquad (2)$$

unde $P_1(x, y)$ este o funcţie polinomială de forma (1).

Introducerea acestui tip de funcţie este opţională (ea depinzînd de necesitate şi de utilizator) prin instrucţiunea codificată de intrare care indică existenţa acestui tip de funcţie.

Dar, în cazul în care $z < 0$ (cazul care se întîmplă de cele mai multe ori la structuri geologice petrolifere), nu se poate aplica direct funcţia „exponenţial-polinomială". Pentru ca acest caz să fie rezolvabil, s-a introdus o corecţie în care, dacă $z_{min} < 0$, se va adăuga, automat, la toate valorile lui z, multiplul echidistanţei alese automat după STAS, astfel încît z_{min} să fie mai mare decît 0, după care, la legendă,

cotele (valorile lui z) se vor scădea cu aceeași valoare a multiplului pentru ca să corespundă cu realitatea.

Coeficienții polinomului se calculează cu metoda celor mai mici pătrate.

S-au introdus, de asemenea, încă 2 parametri în locul deviației pătratice standard. Primul parametru este „deviația medie procentuală a regresiei" exprimată astfel:

$$dp = \frac{\sum_{i=1}^{n} |z_i^* - z_i|}{n(z_{max} - z_{min})} \cdot 100,$$

unde:

z^* reprezintă valorile calculate după funcția rezultată;

z — valorile observate;

n — numărul de puncte de observație (condiție $n > m$);

Al doilea parametru poate fi numit „coeficient de compensație" și are expresia:

$$u = \frac{\sum_{i=1}^{n} z_i^* - z_i}{n(z_{max} - z_{min})} \cdot 100,$$

iar $100 - |u|$ va fi gradul de încredere.

III. Programul de trasare a hărților

Programul este structurat pe un program principal (monitor) care apelează 5 subrutine (fig. 1).

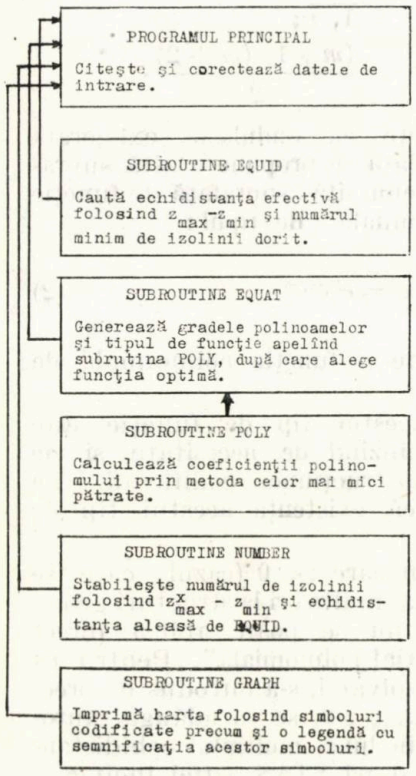


Fig. 1


```
* SEGMENT BL1,BL2,BL3,BL4
* DEFINE FILE *1=1,*2=3
C
C     PROGRAMUL DE TRASARE HARTILOR CU IZOLINII
C
C                   PROGRAMATOR : LE NGOC QUANG
C                   STUDENT ANUL 4, FACULTATEA DE GEOLOGIE SI GEOGRAFIE
C                   SECTIA DE INGINERIE GEOLOGICA SI GEOFIZICA
C                                 APRILIE 1982
C
C        DATELE DE INTRARE
C        ----------------
C     ** PRIMELE CARTELE PENTRU TITLURI
C     ** URMEAZA CARTELA PENTRU FORMATUL VARIABIL
C     ** URMEAZA CARTELA CU M,NZ,IFEXP,NOV,ANORD
C        M -    NUMARUL DE VARIABILE Z
C        NZ -   NUMARUL MINIM DE IZOLINII
C        IFEXP =0 DACA NU SE IA IN CALCUL FUNCTIA EXPONENTIALA-POLINMIALA
C              =1 DACA   SE IA IN CALCUL FUNCTIA EXPONENTIALA-POLINMIALA
C        NOV -  GRADUL MAXIM AL POLYNOMULUI
C        ANORD - UNGHIUL INTRE NORDUL HARTII SI NORDUL GEOGRAFIC
C     ** URMEAZA CARTELA CU EXN,EXS,EXW,EXE
C        INDICA EXTINDERI SPRE N,S,W,E
C     ** URMEAZA CARTELA CU SIMBOLURILE CODIFICATE
C     ** URMEAZA CARTELELE DE X,Y,Z(J)
C
      COMMON /BL1/X(60),Y(60),Z1(60),ADD
      COMMON /BL2/COR(121,121)
      COMMON /BL3/A(21)
      COMMON /BL4/MO,ND,XMIN,XMAX,YMIN,YMAX,ZMIN,ZMAX,IER,EM,SIGN(35)
      DIMENSION Z(60,10),FORV(10),TITLE(20)
      DO 200 KR=1,30
      READ(1,101,END=201)(TITLE(KD),KD=1,20)
  200 WRITE(3,101)       (TITLE(KD),KD=1,20)
  201 CONTINUE
      PRINT 4
      READ(1,101)(FORV(K),K=1,10)
      READ(1,2)M,NZ,IFEXP,NOV,ANORD
      WRITE(3,104) ANORD
      READ(1,103)EXN,EXS,EXW,EXE
      READ(1,102)(SIGN(J),J=1,33)
      DO 1100 I=1,60
 1100 READ(1,FORV,END=1110)   X(I),Y(I),(Z(I,J),J=1,M)
 1110 N=I-1
      XMIN=X(1)
      XMAX=X(1)
      YMIN=Y(1)
      YMAX=Y(1)
      DO 30 I=1,N
      X1=X(I)
      Y1=Y(I)
      XMIN=AMIN1(XMIN,X1)
      XMAX=AMAX1(XMAX,X1)
      YMIN=AMIN1(YMIN,Y1)
      YMAX=AMAX1(YMAX,Y1)
   30 CONTINUE
      XMIN=XMIN-EXW
      XMAX=XMAX+EXE
      YMIN=YMIN-EXS
      YMAX=YMAX+EXN
      DO 999 J=1,M
      IF(M.GT.1) WRITE(3,3) J
      DO 51 I=1,N
   51 Z1(I)=Z(I,J)
      ZA1=Z1(1)
      ZA2=Z1(1)
      DO 310 I=1,N
      ZA=Z1(I)
      ZA1=AMIN1(ZA1,ZA)
  310 ZA2=AMAX1(ZA2,ZA)
      CALL EQUID(ZA2,ZA1,NZ,EM)
      IF(IFEXP)300,300,301
  300 ADD=0
      WRITE(3,100)
      GOTO 314
  301 IF(ZA1)311,311,317
  311 KA=1
  312 RISE=EM*FLOAT(KA)
      IF(ABS(ZA1)-RISE)315,315,313
  315 KA=KA+1
      GO TO 312
  313 ADD=RISE+EM
      DO 316 I=1,N
  316 Z1(I)=Z1(I)+ADD
      GO TO 314
  317 ADD=0.0
      DO 318 I=1,N
  318 Z1(I)=Z1(I)
  314 CALL EQUAT(N,NC,ND,ZMAX,ZMIN,IER,IFEXP,NOV)
      CALL NUMBER(ZMAX,ZMIN,EM,NZ,MO)
      CALL GRAPH(N)
  999 CONTINUE
      PRINT 8886
    2 FORMAT(4I3,F5.1)                    TENDENCE   25/04/83  19.46.02

    3 FORMAT(1H1,8X,'<<< VARIABILA DEPENDENTA Z=',I2,' SE IA IN CALCUL
     *>>>'///)
    4 FORMAT(///)
  100 FORMAT(10X,'FUNCTIA EXPONENTIALA-POLINOMIALA NU SE IA IN CALCUL')
  101 FORMAT(20A4)
  102 FORMAT(34A1)
  103 FORMAT(4F10.2)
  104 FORMAT(10X,' NORDUL HARTII SI NURDUL GEOGRAFIC FAC UN UNGHI DE',F
     6.1,' GRADE',/)
 8886 FORMAT(1H1,////40X,'PROGRAMED BY LE NGOC QUANG')
      STOP
      END
                                          TENDENCE   25/04/83  19.46.20
```

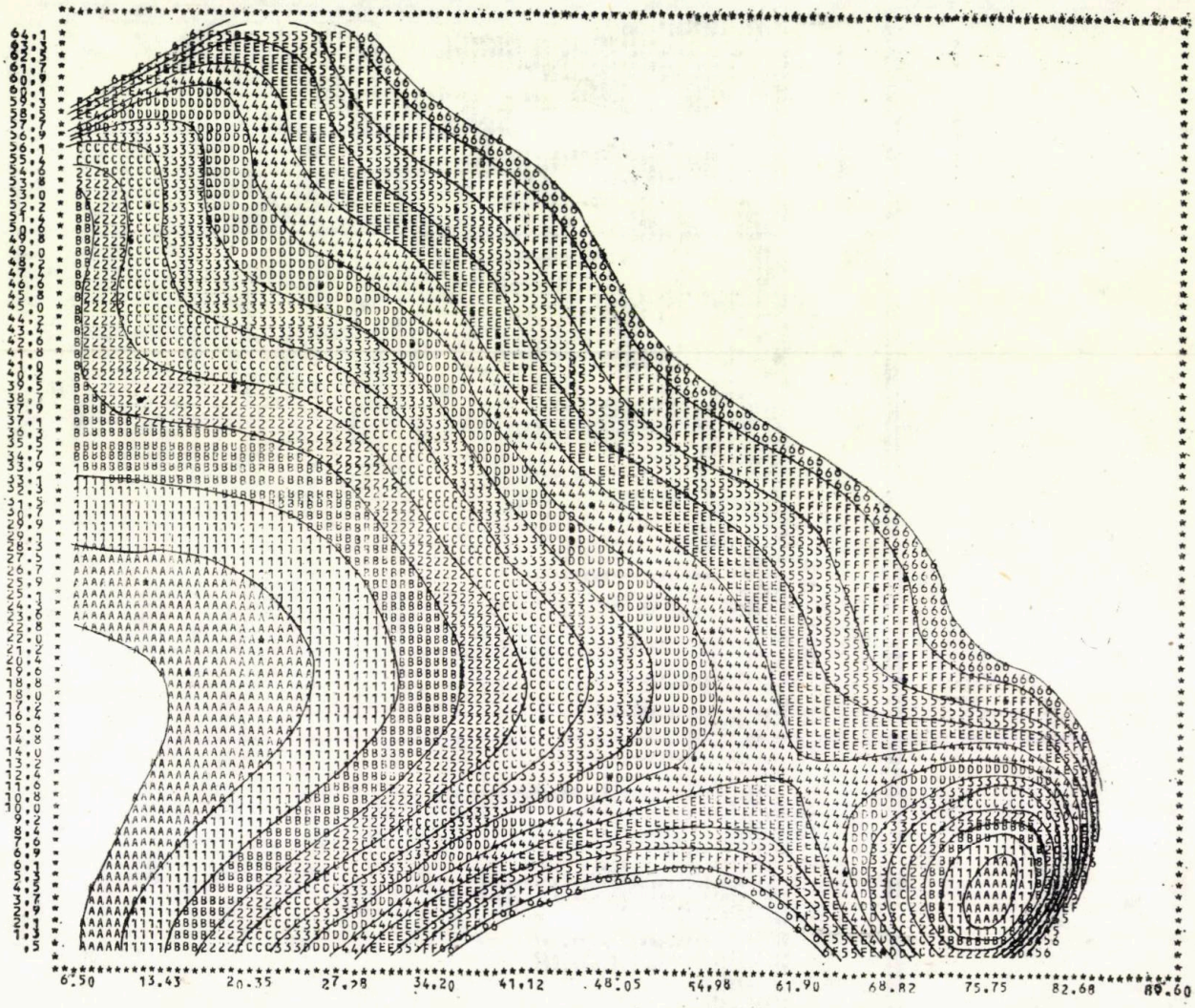
Prima subrutină (EQUID) se folosește pentru a alege echidistanța cea mai potrivită în cadrul echidistanțelor standard, folosind diferența $z_{max} - z_{min}$ și numărul minim de izolinii dorit de către utilizator.

Subrutina a doua (EQUAT) generează polinoamele de toate gradele și selecționează acel polinom pentru care este îndeplinită condiția ca „deviația medie procentuală" să fie minimă. Tot această subrutină rezolvă opțiunea funcției polinomial-exponențiale. Se va genera gradul polinomului crescînd de la gradul 1 la gradul maxim limitat de către utilizator (maxim 14).

```
      1    * SEGMENT BL1,BL3,BL4
      2          SUBROUTINE GRAPH(N)
C     3C               = PARAMETRII DE INTRARE :
C     4C         N     - NUMARUL DE PUNCTE DE OBSERVATIE
C     5C         A     - COEFICIENTII POLINOMULUI
C     6C         NZ    - NUMARUL DE IZOLINII
C     7C         NP    - GRADUL POLINOMULUI
C     8C         XMIN,XMAX,YMIN,YMAX,ZMIN,ZMAX - VALORILE EXTREME
C     9C         IS    - TIPUL DE FUNCTIE OPTIONAL CODIFICAT
C    10C                                 1- POLINOMIAL
C    11C                                 2- EXPONENTIAL-POLINOMIAL
C    12C         ISO   - ECHIDISTANTA
C    13C         SIG   - SIMBOLURILE CODIFICATE
C    14C         X,Y,Z - COORDONATELE PUNCTELOR DE OBSERVATIE.
C    15C         ADD   - CORECTIE PENTRU Z < 0
C    16C
     17          COMMON /BL1/X(60),Y(60),Z(60),ADD
     18          COMMON /BL3/A(121)
     19          COMMON /BL4/NZ,NP,XMIN,XMAX,YMIN,YMAX,ZMIN,ZMAX,IS,ISO,SIG(35)
     20          DIMENSION EQL(35),YR(25),RR(1100),WELL(130)
     21          REAL ISO
     22          DATA BLANK/'     '/,STAR/'****'/,NX/120/
     23          WRITE(3,88)
     24          SR=0.0
     25          IF(ZMAX) 60,60,70
     26       60 IF(SR-ZMAX) 72,72,61
     27       61 IF(SR-ISO-ZMAX) 72,72,62
     28       62 SR=SR-ISO
     29          GO TO 60
     30       70 IF(SR-ZMAX)71,71,72
     31       71 IF(SR+ISO-ZMAX) 74,74,72
     32       74 SR=SR+ISO
     33          GO TO 70
     34       72 ZMAX1=SR
     35          SCALE=(XMAX-XMIN)/FLOAT(NX)
     36          SCOM=SCALE*1000./2.7
     37          NY=(YMAX-YMIN)/((3.1/2.7)*SCALE)+2.5
     38          WRITE(3,3)
     39          WRITE(3,4)
     40          DO 10 I=1,NY
     41          YS=YMAX-(3.1/2.7)*SCALE*(I-1)
     42          DO 11 J=1,NX
     43          XS=XMIN+SCALE*(J-1)
     44          ZS=0.0
     45          IW=1
     46          DO 12 KG=1,NP
     47          DO 12 LP=1,KG
     48          LV=LP-1
     49          JU=KG-LP
     50          ZS=ZS+(XS**JU)*(YS**LV)*A(IW)
     51       12 IW=IW+1
     52          IF(IS.EQ.1) GO TO 50
     53          IF(IS.EQ.2) GO TO 53
     54       50 ZS=ZS
     55          GO TO 51
     56       53 IF(ABS(ZS)-761)54,13,13
     57       54 ZS=EXP(ZS)
     58       51 CONTINUE
     59          IF(ZS-ZMIN)13,14,14
     60       13 RR(J)=BLANK
     61          GO TO 11
     62       14 IF(ZS-ZMAX1)15,15,16
     63       16 RR(J)=BLANK
     64          GO TO 11
     65       15 DO 91 K=1,NZ
     66       91 EQL(K)=ZMAX1-ISO*(K-1)-ADD
     67          NS=NZ-1
     68          DO 90 K=1,NS
     69          IF(ZS.LE.EQL(K).AND.ZS.GT.EQL(K+1)) GOTO 19
     70          GO TO 90
     71       19 RR(J)=SIG(K)
     72       90 CONTINUE
     73       11 CONTINUE
     74          DO 107 JK=1,NX
     75      107 WELL(JK)=BLANK
     76          DO 102 IM=1,NY
     77          MY=(YMAX-Y(IM))*NY/(YMAX-YMIN)+0.5
     78          MX=(X(IM)-XMIN)*NX/(XMAX-XMIN)+0.5
     79          IF(MY-I)103,106,103
     80      106 WELL(MX)=STAR
     81      103 CONTINUE
     82          WRITE(3,20)YS,(RR(J),J=1,NX)
     83          WRITE(3,104)(WELL(J),J=1,NX)
     84          WRITE(3,104)(WELL(J),J=1,NX)
     85       10 CONTINUE
     86          WRITE(3,4)
     87          WRITE(3,3)
     88          DO 1 IR=1,15
     89        1 XR(IR)=XMIN+(IR-1)*SCALE*10
     90          WRITE(3,2)(XR(TR),TR=1,13)
     91          WRITE(3,30)
     92          WRITE(3,5)ISO
     93          PRINT 87,SCOM
     94          DO 31 K=1,NS
     95       31 WRITE(3,32)SIG(K),EQL(K),EQL(K+1)
     96        5 FORMAT(24X,'ECHIDISTANTA ESTE',F9.2///)
     97        3 FORMAT(1X,4('*',3X))
     98       20 FORMAT(F6.1,1X,'*',120A1,'*')
     99      104 FORMAT(1H+,8X,120A1,'*')
    100        4 FORMAT(2X,'+',122('-'))
    101        2 FORMAT(2X,13F10.2///)
    102       87 FORMAT(24X,'SCARA HARTII ESTE 1/',F10.2///)
    103       30 FORMAT(1H1,15X,'* LEGENDA *'//16X,9('-')///)
    104       32 FORMAT(24X,'SIMBOLUL ',A1,' CORESPUNDE CU VALORILE LUI Z INTRE',F9
      2,2,' SI',F9.2/)
    105       88 FORMAT(1H1)
    106          RETURN
    107          END
    108
TRAN 00.00                                   TENDENCE   23/09/83  19.47.41
```

Tabelul 1

X	Y	Z	ZCT	DZ	X	Y	Z	ZCT	DZ
30.00	53.00	17.00	15.65	-1.35	24.10	64.10	11.70	12.07	.37
36.00	47.00	17.00	18.08	1.08	33.40	46.50	19.50	21.43	1.93
38.00	45.00	17.00	17.76	.76	36.10	51.40	12.30	12.92	.62
42.00	35.16	16.00	14.15	-1.85	68.30	25.70	9.70	6.79	-2.91
56.00	23.00	21.00	22.13	1.13	12.60	58.00	35.20	36.14	.94
32.00	51.00	17.00	16.80	-.20	11.50	40.70	38.40	37.75	-.65
21.00	55.00	24.00	23.67	-.33	55.60	32.00	12.00	13.34	1.34
48.00	35.00	17.00	15.34	-1.66	70.00	52.80	3.00	4.55	1.55
50.30	30.00	19.70	20.04	.34	17.80	51.00	31.00	29.39	-1.61
48.00	30.00	22.00	22.29	.29	54.00	14.00	32.00	24.09	-7.91
48.00	13.00	19.00	27.99	8.99	45.40	48.50	4.50	4.07	-.43
45.00	30.00	25.00	25.62	.62	77.60	48.00	22.00	24.55	2.55
49.00	31.00	20.00	19.87	-.13	26.20	46.00	25.00	28.41	3.41
40.00	42.00	18.00	17.87	-.13	49.40	38.00	10.00	10.21	.21
40.00	43.17	16.83	16.81	-.02	28.20	59.00	11.00	10.33	-.67
40.00	56.00	22.00	21.92	-.08	19.40	63.50	17.00	16.50	-.50
44.00	56.00	20.00	27.03	7.03	25.40	56.00	18.00	17.04	-.96
43.00	37.00	40.00	37.66	-2.34	38.60	55.00	6.00	5.05	-.95
47.00	31.22	21.78	21.60	-.18	23.00	58.50	17.00	19.10	1.60
36.46	45.54	18.00	19.11	1.11	22.00	57.00	21.00	21.37	.37
19.81	39.19	41.00	40.94	-.06	32.00	42.00	33.00	27.58	-5.42
22.00	22.00	56.00	56.19	.19	11.00	4.00	54.00	54.18	.18
13.82	61.08	20.10	21.18	1.08	14.00	4.00	22.00	20.85	-1.15
66.00	7.00	27.00	26.43	-.57	70.00	20.00	11.00	8.58	-2.42
69.00	1.18	29.82	30.16	.34	78.00	18.50	6.00	6.10	.10
84.60	11.70	2.10	2.14	.04	16.00	19.60	60.00	59.15	-.85
35.30	54.30	11.10	9.60	-1.50	13.00	26.00	56.00	56.67	.67
64.10	24.30	9.70	12.11	2.41	13.00	4.00	54.00	54.18	.18
68.40	15.70	14.50	17.10	2.60	82.00	3.50	17.00	16.88	-.12



* LEGENDA *

ECHIDISTANTA ESTE 5.00

SCARA HARTII ESTE 1/ 256.48

SIMBOLUL A CORESPUNDE CU VALORILE LUI Z INTRE	60.00	SI	55.00
SIMBOLUL 1 CORESPUNDE CU VALORILE LUI Z INTRE	55.00	SI	50.00
SIMBOLUL B CORESPUNDE CU VALORILE LUI Z INTRE	50.00	SI	45.00
SIMBOLUL 2 CORESPUNDE CU VALORILE LUI Z INTRE	45.00	SI	40.00
SIMBOLUL C CORESPUNDE CU VALORILE LUI Z INTRE	40.00	SI	35.00
SIMBOLUL 3 CORESPUNDE CU VALORILE LUI Z INTRE	35.00	SI	30.00
SIMBOLUL D CORESPUNDE CU VALORILE LUI Z INTRE	30.00	SI	25.00
SIMBOLUL 4 CORESPUNDE CU VALORILE LUI Z INTRE	25.00	SI	20.00
SIMBOLUL E CORESPUNDE CU VALORILE LUI Z INTRE	20.00	SI	15.00
SIMBOLUL 5 CORESPUNDE CU VALORILE LUI Z INTRE	15.00	SI	10.00
SIMBOLUL F CORESPUNDE CU VALORILE LUI Z INTRE	10.00	SI	5.00
SIMBOLUL 6 CORESPUNDE CU VALORILE LUI Z INTRE	5.00	SI	.00

Fig. 2

Tabelul 2

```
X,Y SI Z SE MASOARA IN METRI

     * NORDUL HARTII SI NORDUL GEOGRAFIC FAC UN UNGHI DE     ,0 GRADE
     FUNCTIA EXPONENTIALA-POLINOMIALA NU SE IA IN CALCUL
     FUNCTIA ESTE DE TIPUL POLINOMIAL

     GRADUL MAXIM = 10 IAR GRADUL ALES AUTOMAT = 10
     COEFICIENTII POLINOMULUI :

 ,68809E+02

-,13589E+01  -,31770E+00

 ,88987E-03   ,92924E-01   ,23152E-01

-,20778E-03   ,61703E-04  -,27480E-02  -,72441E-03

-,24991E-04   ,51670E-04   ,38246E-04  -,49993E-05  -,20995E-04

 ,48645E-06  -,48578E-07  -,25248E-05   ,21789E-06   ,97565E-06   ,30269E-06

 ,15792E-08  -,48795E-08   ,26193E-09  -,37051E-07   ,42578E-07  -,62751E-08   ,11217E-07

-,40030E-10  -,23128E-10   ,12853E-08  -,16658E-08   ,29288E-09   ,72430E-09  -,11453E-08   ,58713E-10

-,63691E-13  -,92988E-11   ,25617E-11   ,50140E-12  -,13998E-10   ,41921E-10  -,21777E-10   ,10044E-11  -,33130E-11

 ,11378E-13   ,12617E-12  -,39062E-12   ,95167E-12   ,21915E-12  -,34938E-12  -,11391E-12   ,43354E-13   ,24493E-12
 ,37193E-13

-,13213E-15  -,70887E-16   ,16710E-14  -,58310E-14   ,14355E-14  -,17371E-13   ,13079E-13   ,39156E-14  -,91199E-14
 ,27206E-14  -,87936E-15

     GRADUL DE INCREDERE :  99,99985 %
     COEFICIENTUL DE COMPENSATIE :  -,00015
     DEVIATIA MEDIE PROCENTUALA :  2,14389 %
```

În general dacă suprafaţa nu are mai mult decît două extreme se foloseşte gradul maxim între 8 şi 10. Dacă utilizatorul doreşte şi funcţia polinomial-exponenţială, programul va genera gradul crescînd de la 1 la gradul maxim, ca în cazul anterior, însă folosind în loc de z_i valorile $\ln z_i$. De fiecare dată programul caută o deviaţie procentuală pentru fiecare tip de funcţie de gradul respectiv, după care selecţionează din toate acele funcţii una a cărei deviaţie procentuală este cea mai mică, considerînd-o funcţia optimă.

A treia subrutină (POLY) calculează coeficienţii polinomului al cărui grad a fost stabilit în cadrul subrutinei a doua.

A patra subrutină (NUMBER) stabileşte numărul efectiv de izolinii folosind valoarea echidistanţei alese anterior, precum şi valoarea :

$$z^*_{max} - z^*_{min},$$

unde z^*_{max} şi z^*_{min} sînt valorile calculate după funcţia aleasă.

A cincea subrutină (GRAPH) se foloseşte pentru trasarea cartografică cu simboluri codificate după indicaţiile apărute în legenda întocmită, de asemenea, automat, pentru fiecare hartă în parte.

IV. Exemplu de execuţie

În tabelul 1 sînt prezentate datele de intrare, precum şi valorile calculate pentru controlarea diferenţelor respective.

În tabelul 2 se prezintă mesaje ale programului privind tipul funcţiei alese, gradul polinomului, precum şi coeficienţii acestuia.

În figura 2 este redată harta construită pe baza valorilor de intrare. În cadrul hărţii punctele de observaţie folosite sînt reprezentate prin simbolul „*". Echidistanţa curbelor de trasare este dată în legendă.

Se prezintă de asemenea lista programului principal şi a subrutinei GRAPH. Programul se desfăşoară pe numărul de instrucţiuni redat mai jos :

programul principal 110
subrutina EQUID 16
subrutina EQUAT 118
subrutina POLY 115
subrutina NUMBER 13
subrutina GRAPH 92.

Durata de execuţie propriu-zisă a programului pentru un număr de 50 de puncte de observaţie a fost de 14 minute.

Bibliografie

[1] Harbaugh Merriam *Aplicaţiile calculatoarelor electronice în geologie*. Ed. tehnică, Bucureşti, 1972.

[2] Bomboe, P. *Curs de geologie matematică*. Universitatea din Bucureşti, 1979.

[3] Bomboe, P. şi Mihnea Georgeta. *Programul VARDEX*. Universitatea din Bucureşti, 1980.

ВСЕСОЮЗНОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ
ВНЕШТЕХНИКА

VSESOJUZNOJE OBJEDINENIJE
VNESHTECHNIKA

Organizaţia sovietică de comerţ exterior VNESHTECHNIKA oferă asistenţă comercială organizaţiilor şi firmelor sovietice şi străine în realizarea următoarelor tipuri de lucrări şi servicii tehnico-ştiinţifice: ● proiectare-construcţii, lucrări de cercetare şi experimentare, comune şi la comandă ● achiziţionarea şi livrarea de licenţe şi engineering, legate de colaborarea tehnico-ştiinţifică ● testarea de maşini, utilaj industrial, materii prime şi materiale ● expertize, consulting pentru specialiştii din toate domeniile importante ale industriei ● livrarea şi cumpărarea de mostre de utilaj pentru cercetare, instrumente, produse, materiale ● livrarea de documentaţii tehnice complete pentru utilaje industriale moderne, mecanisme, maşini-unelte, materii prime, tehnologie industrială ● traducerea de documentaţii tehnice din limbile vest-europene în limba rusă şi din limba rusă în limbile vest-europene.

Lucrările se execută în pas cu cele mai noi cuceriri ale ştiinţei şi tehnicii.

Adresa:
V/O "VNESHTECHNIKA"-U.R.S.S.,
Moscova 119034, Starokonjushenii, 6;
Telex: 411418 MOLOT; Telefon:
201-72-60.

Adresa filialei din Kiev
V/O "VNESHTECHNIKA"-U.R.S.S.,
Kiev, 252033, Nikolsko-Botanicheskaia,
2; Telefon: 24-51-44; Telegrame: Kiev-Vneshtechnika.

MINISTERUL MINELOR

INSTITUTUL DE CERCETĂRI, INGINERIE TEHNOLOGICĂ ŞI PROIECTĂRI PENTRU MINEREURI NEFEROASE BAIA MARE

BAIA MARE, str.dr.Victor Babeş nr.62.Telefon:30412, 31171, 30818
Telex : 33267. Cod:775174. Jud. Maramureş. ROMANIA

EXECUTA SI OFERA BENEFICIARILOR INTERNI SI EXTERNI :

Lucrări de cercetare şi documentaţii tehnico-economice de proiectare în domeniul extracţiei şi prelucrării zăcămintelor de minereuri neferoase, auro-argentifere, rare şi radioactive pentru:

• sisteme şi metode de exploatare, săpare, susţinere, perforare şi împuşcare a lucrărilor miniere, inclusiv studii de mecanica rocilor şi dirijarea presiunilor miniere • stabilirea gradului de prăfuire şi combaterea prafului, de microclimat în subteran şi uzine de preparare, inclusiv studii de medicină minieră pentru prevenirea şi combaterea îmbolnăvirii profesionale • tehnologii de preparare a substanţelor minerale utile şi de prelucrare prin procedee complexe a minereurilor şi produselor polimetalice sărace sau reziduale în condiţii de laborator, micropilot, pilot, semiindustrial şi industrial • sinteze şi experimentări de noi reactivi pentru prelucrare prin flotaţie şi procedee complexe a substanţelor minerale utile • documentaţii pentru utilaje, mecanizare şi automatizare a proceselor tehnologice din subteran şi uzine de preparare • protecţia mediului înconjurător, depoluarea apelor de mină şi reziduale de la uzinele de preparare • analize economice, optimizări ale proceselor de producţie, organizarea ştiinţifică a producţiei şi a muncii, economia şi psihologia muncii, prognoze ale dezvoltării ştiinţei şi tehnicii în domeniul extracţiei şi prelucrării minereurilor neferoase • documentaţii tehnico-economice de investiţii pentru obiective miniere şi de preparare.

ACORDA ASISTENTA TEHNICA pentru îmbunătăţirea fluxurilor tehnologice, modernizarea instalaţiilor în subteran şi uzine de preparare, valorificarea în producţie a cercetărilor încheiate şi la punere în funcţiune a obiectivelor economice proiectate în cadrul institutului.

MAI EXECUTA SI OFERA analize chimice şi fizice prin metode spectrale, fotometrice s.a., analize şi studii mineralogice, analize de uleiuri şi reactivi • lucrări cu izotopi radioactivi • prototipuri de mică serie şi unicate ale unor utilaje şi aparate pentru minerit şi preparare • sinteze şi cercetări bibliografice, traduceri, multiplicări filmări.

1983 AUG 1 9

INSTITUTUL DE MINE PETROŞANI

PREGĂTEŞTE INGINERI ŞI SUBINGINERI PRIN URMĂTOARELE FACULTĂŢI :

facultatea de mine

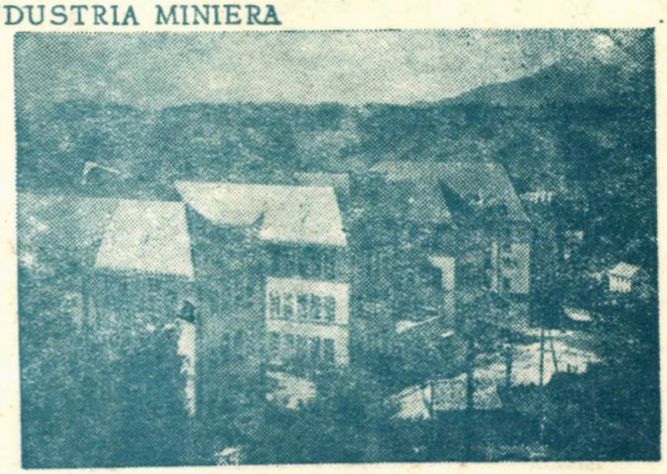
FACULTATEA	PROFILUL, TIPUL DE INVĂŢĂMÂNT, DURATA STUDIILOR	SPECIALIZĂRILE
MINE	MINE, INGINERI ZI - 5 ani	- MINE * - EXPLOATĂRI MINIERE LA ZI
	MINE, INGINERI SERAL - 6ani	- MINE * - EXPLOATĂRI MINIERE LA ZI
	MINE, SUBINGINERI SERAL - 4 ani	- MINE - EXPLOATĂRI MINIERE LA ZI - TOPOGRAFIE MINIERĂ

* Din anul IV se poate opta pentru grupele de aprofundare :
- EXPLOATĂRI MINIERE
- TOPOGRAFIE MINIERĂ
- PREPARAREA SUBSTANŢELOR MINERALE UTILE

facultatea de maşini şi instalaţii miniere

FACULTATEA	PROFILUL, TIPUL DE INVĂŢĂMÂNT, DURATA STUDIILOR	SPECIALIZĂRILE
MAŞINI ŞI INSTALAŢII MINIERE	MECANIC, INGINERI ZI - 5 ani	MAŞINI ŞI INSTALAŢII * MINIERE
	MECANIC, INGINERI SERAL - 6 ani	MAŞINI ŞI INSTALAŢII * MINIERE
	ELECTRIC, SUBINGINERI SERAL - 4 ani	ELECTROMECANICĂ TEHNOLOGICĂ (MINIERĂ)

*Din anul IV se poate opta pentru grupele de aprofundare :
- EXPLOATAREA, ÎNTREŢINEREA ŞI REPARAREA MAŞINILOR MINIERE
- CONSTRUCŢII DE MAŞINI MINIERE
- ELECTRIFICĂRI ŞI AUTOMATIZĂRI ÎN INDUSTRIA MINIERĂ



CONDIŢIILE PRIVIND ADMITEREA ÎN CADRUL INSTITUTULUI SÎNT CELE PREVĂZUTE ÎN REVISTA " FORUM " NR. 2 ŞI 3 DIN 1983.

E 1445

MINE
PETROL
GAZE

BUCUREȘTI - ROMÂNIA ★ Vol. 34, august 1983

8

MINISTERUL MINELOR

INSTITUTUL DE CERCETĂRI ŞI INGINERIE TEHNOLOGICĂ ŞI DE PROIECTARE A LUCRĂRILOR DE CONSTRUCŢII ŞI INSTALAŢII PENTRU MINEREURI

Deva

EXECUTA STUDII, PROIECTE, CERCETARI SI DOCUMENTATII TEHNICO-STIINTIFICE PENTRU EXPLOATAREA SI PREPARAREA ZACAMINTELOR DE MINEREURI NEFEROASE, FEROASE SI AURO-ARGENTIFERE :

● metode de exploatare ● perforare, împuşcare, explozivi minieri ● săparea şi susţinerea lucrărilor miniere ● aeraj minier ● stabilirea gradului de prăfuire şi combaterea prafului, microclimat (în subteran, uzine de preparare a minereurilor) ● medicină minieră ● mecanizarea lucrărilor miniere şi de preparare ● automatizarea unor faze tehnologice în subteran şi în uzinele de preparare ● prepararea substanţelor minerale utile în condiţii de laborator, micropilot, pilot şi semiindustrial ● acordă asistenţă tehnică privind îmbunătăţirea fluxurilor tehnologice, modernizarea instalaţiilor în subteran şi în uzinele de preparare ● epurarea chimică a apelor de mină şi reziduale de la uzinele de preparare ● documentaţii tehnico-economice de investiţii pentru obiective miniere ● cercetări şi proiectări privind cooperarea în domeniul minier, de preparare şi asimilări de utilaje miniere ● analize chimice şi fizice prin metode spectrale, polarografice, fotometrice ş.a., analize şi studii mineralogice, analize de reactivi ● prototipuri ale unor utilaje din domeniul exploatării şi preparării substanţelor minerale utile.

SOCACIU 83

Str. 23 August nr. 37A, jud. Hunedoara, cod 2700

ICITPLCIM

MINE, PETROL ŞI GAZE

ORGAN AL MINISTERULUI MINELOR ŞI MINISTERULUI PETROLULUI

ANUL XXXIV

Nr. 8 1983

CUPRINS

* * * **Ziua minerului** 369

Renţ, St., Sarossy, Gh. **Valorificarea concentratelor molibdenitice prin tehnologii combinate** 385

Matei, I., Băltăreţu Florica **Procedee de aeraj pentru lichidarea acumulărilor de metan din lucrările miniere** . . . 387

Calotă, N. **Cercetarea experimentală a procesului de introducere a materialului tubular în sondă (I)** 390

Posea, N., Anghel, Al., Grigore, N., Neagu, Al. **Calculul static al sistemelor de conducte ţinînd seama de influenţa cedărilor de reazeme** 396

Simescu, N. **Metode de calcul al fluxurilor de gaze şi evaluarea stării hidraulice a conductelor de gaze** . . . 404

Paraschiv, D., Popescu, M. **Forajul de la Căscioarele şi cîteva aspecte ale evoluţiei Platformei Moesice** 410

COLEGIUL DE REDACŢIE

Ing. VASILE SCRIPĂŢ, *preşedinte*; dr. ing. **GHEORGHE ALDEA**; ing. **ŞTEFAN BENEA**; dr. geol. **IOSIF BERCIA**; ing. **TEODOR BORU**; dr. ing **GHEORGHE DONŢOV DANU**; ing. **VIRGIL FĂTU**; dr. ing. **IANCU GEANGĂLĂ**; dr. ing. **FLOREA NEAGU**; ing. **NICOLAE PANTILIE**; **ELENA VRÂNCEANU**, *redactor*.

REZUMATE

* * * **Ziua minerului**

C.Z. 622.346.2 :65.012.1 :622.7

Renţ, Şt., Sarossy, Gh. *Valorificarea concentratelor molibdenitice sărace prin tehnologii combinate*

După prezentarea tehnologiilor actuale existente pe plan mondial privind valorificarea concentratelor molibdenitice necondiţionate, autorii redau cercetările efectuate la Institutul de cercetări şi proiectări pentru minereuri neferoase Baia Mare privind valorificarea subproduselor molibdenitice necondiţionate cu 8—20% Mo prin recuperarea molibdenului sub forma unei game diverse de produse molibdenitice: molibdat de calciu, paramolibdat de amoniu, molibdat de sodiu, trioxid de molibden, funcţie de cererea la un moment dat a economiei naţionale.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 8, 1983

C.Z. 622.411.33 : 622.86 : 622.44

Matei, I., Băltăreţu Florica *Procedee de aeraj pentru lichidarea acumulărilor de metan din lucrările miniere*

Autorii evidenţiază posibilităţile de aplicare a diferitelor procedee de aeraj, în situaţii limită din punctul de vedere al securităţii, pentru reducerea concentraţiilor de metan sub limite periculoase.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 8, 1983

C.Z. 622.245.1 : 65.012.1

Calotă, N. *Cercetarea experimentală a procesului de introducere a materialului tubular în sondă (I)*

Este analizată experienţa acumulată în numeroase măsurători în schelele de foraj, rezultatele obţinute şi observaţiile asupra unor evoluţii necorespunzătoare ale etapelor procesului de introducere a materialului tubular în sondă. De asemenea sînt prezentate concluziile asupra oportunităţii unor posibile aproximaţii în calculul dinamicii acestui proces.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 8, 1983

C.Z. 622.692.4 : 621.643

Posea, N., Anghel, Al., Grigore, N., Neagu, Al. *Calculul static al sistemului de conducte ţinînd seama de influenţa cedărilor de reazeme*

În lucrare se prezintă o continuare a algoritmului general pentru calculul static al sistemelor de conducte, ţinînd seama de factorii de intensificare a tensiunilor de coturi şi teuri. Se analizează, de asemenea, modul în care anumite situaţii întîlnite în practică influenţează starea de eforturi şi deplasări a sistemului de conducte, cu exemplificări concrete de la două conducte din industria petrochimică.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 8, 1983

C.Z. C.Z. 622.692.4 : 621.643

Simescu, N. *Metode de calcul al fluxurilor de gaze şi evaluarea stării hidraulice a conductelor de gaze*

Autorul analizează curgerea gazului în regim variabil, metodele tehnice de calcul hidraulic al conductelor, precum şi evaluarea stării hidraulice a conductelor de gaze

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34. nr. 8, 1983

C.Z. C.Z. 622.143 : 622.24 : 551.57

Paraschiv, D., Popescu, M. *Forajul de la Căscioarele şi cîteva aspecte ale evoluţiei Platformei Moesice*

Autorii prezintă zona Căscioarele care, la nivelul paleozoicului, reprezintă o importantă ridicare, străbătută de roci magmatice, care încalecă spre sud formaţiunile zonei depresionare de la Cartojani.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 8, 1983

CONTENTS

Miner's Day

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 8, 1983

C.Z. 622.346.2 : 65.012.1 ; 622.7

Renţ, St., Sarossy, Gh. *Low grade molybdenitic concentrates turned to account by means of combined technologies*

After having presented the technologies presently applied worldwide for the turning to account of non-conditioned molybdenitic concentrates the authors refer to the research work effected at the Research and Design Institute for Nonferrous Ores Baia-Mare regarding the turning to account of non-conditioned molybdenitic by-products with 8—20% Mo, by recoverying the molybdenum under the form of a large range of molybdenitic products such as: calcium molybdate, ammonium paramolybdate, sodium molybdate, molybdenum trioxide, depending on the demand at a given moment of the national economy.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 8, 1983

C.Z. 622.411.33 : 622.86 : 622.44

Matei, I., Băltăreţu Florica *Ventilation methods used to fight methane pockets in the mining workings*

The authors point out the possibilities to apply different ventilation methods, in critical situations from the point of view of safety, in order to reduce the methane concentrations below the hazardous limits.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 8, 1983

C.Z. 622.245.1 : 65.012.1

Calotă, N. *Experimental investigation of the casing running-in process (I)*

The experience gathered in numerous measurements effected in drilling wells is considered, as well as the results and the observations made upon certain unsuccessful developments of the stages of the casing running-in process. Also, the conclusions regarding the opportunity of possible estimations in the dynamics calculation of this process are presented.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 8, 1983

C.Z. 622.692.4 : 621.643

Posea, N., Anghel, Al., Grigore, N., Neagu, Al. *Statical calculation of the pipeline system taking into account the influence of support yielding*

The paper presents an enlargement of the general algorithm for the statical calculation of the pipeline systems, taking into account the stress intensifying factors in elbows and T-bends. Also, the way in which certain situations occuring in practice influence the effort and displacement status of the pipeline systems is presented together with concrete examples on two pipelines from the petrochemical industry.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 8, 1983

C.Z. 622.692.4 : 621.643

Simescu, N. *Calculation methods and evaluation of the hydraulic status of the gas pipelines*

The author discusses the variable gas flow, the technical methods of pipeline hydraulic calculation as well as the evaluation of the gas pipeline hydraulic status.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 8, 1983

C.Z. 622.143 : 622.24 : 551.75

Paraschiv, D., Popescu, M. *Driling at Căscioarele and a few aspects of the evolution of the Moesic Platform*

The authors present the Căscioarele area, which, at the paleosoic level represents an important uplift, crossed by magnetic rocks and overlapping southward the formations of the Cartojani depressed area.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 8, 1983

СОДЕРЖАНИЕ

День шахтёра

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 8, 1983

C.Z. 622.346.2 : 65.012.1 : 622.7

Ренц, Шт., Сароши, Г. *Использование бедных молибденовых концентратов комбинированными технологиями*

После представления существующих в мире технологий использования некондиционных молибденовых концентратов, авторы описывают исследования, проведенные Научно-исследовательским и проектным институтом руд цветных металлов Бая Маре по освоению некондиционных молибденовых подпродуктов с содержанием 8—20% Мо с извлечением молибдена в виде разнообразного диапазона молибденовых продуктов: молибдат кальция, парамолибдат аммония, молибдат натрия, триокись молибдена, в зависимости от данного спроса народного хозяйства.

Ключевые слова: молибденовые концентраты, некондиционные, комбинированные технологии

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 8, 1983

C.Z. 622.411.33:622.86:622.44

Матей, И., Бэлтэрецу Флорика *Способы проветривания в целях ликвидации накоплений метана в горных выработках*

Авторы указывают возможности применения различных способов проветривания в предельных с точки зрения безопасности труда состояниях, в целях снижения концентраций метана ниже допустимых пределов.

Ключевые слова: способы проветривания, скопления метана

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 8, 1983

C.Z. 622.245.1 : 65.012.1

Калотэ, Н. *Экспериментальное исследование процесса ввода трубчатых колонн в скважину (I)*

Рассматривается опыт, накопленный в результате многочисленных измерений на буровых промыслах, полученные результаты и наблюдения за несоответствующим развертыванием этапов процесса ввод колонн труб в скважину. Представлены, также, выводы о

целесообразности возможной апроксимации в расчете динамики этого процесса.
Ключевые слова: скважина, ввод труб, динамика процесса.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 8, 1983

C.Z. 622.692.4:621.643

Посеа, Н. и др. *Статический расчет системы трубопроводов с учетом влияния опускания опор*
В работе представлено продолжение общего алгоритма для статического расчета систем трубопроводов с учетом факторов интенсификации напряжений в коленах и тройниках. Анализируются, также, отдельные встречаемые в практике случаи и как они влияют на напряженное состояние и сдвижение системы трубопроводов, с конкретными примерами двух трубопроводов нефтехимической промышленности.
Ключевые слова: системы трубопроводов, колено, тройник, напряжения, статический расчет

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 8, 1983

C.Z. 622.692.4:621.643

Симеску, Н. *Метод расчета газопотоков и оценка гидравлического состояния газопроводов*
Автор рассматривает течение газа в переменном режиме, технические методы гидравлического расчета трубопроводов, а также оценку гидравлического состояния газопроводов.
Ключевые слова: газопровод, расчет, гидравлическое состояние, переменный режим

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 8, 1983

C.Z. 622.143:622.24:551.57

Параскив, Д., Попеску, М. *Буровые работы в зоне Кэсчоареле и некоторые аспекты развития Мзинской платформы*
Авторы описывают зону Кэсчоареле, которая на уровне палезоя, представляет значительное поднятие, проникающее магматическими породами, напластывая в южной части формации депрессионной зоны Картожань.
Ключевые слова: Мзинская платформа, буровые работы, зона Кэсчоареле.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 8, 1983

SOMMAIRE

Le jour du mineur

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 8, 1983

C.Z. 622.346.2 : 65.012.1 : 622.7

Renţ, St., Sarossy, Gh. *La valorisation des concentrés molybdénitiques au bas teneur par technologies combinées*
Après la présentation des technologies actuelles appliquées dans le monde pour la valorisation des concentrés molybdénitiques non-conditionnés, les auteurs montrent les rechèrches effectuées à l'Institut de Rechèrches et Projets pour Minerais Non-ferreux Baia Mare en ce qui concerne la valorisation des subproduits molybdénitiques non-conditionnés avec 8—20% Mo par la récuperation du molybdéne sous la forme d'une gamme diverse de produits molybdénitiques : molybdate de calcium, paramolybdate d'ammoniaque molybdate de sodium, trioxyde de molybdéne, compte-tenu de la demande du moment donné de l'économie nationale.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 8, 1983

C.Z. 622.411.33 : 622.86 : 622.44

Matei, I., Băltăretu Florica *Des procédées de ventilation pour l'épuisement des accumulations de méthane des travaux miniers*
Les auteurs mettent an évidence les possibilités d'application des divers procédées d'aérage en situations-limite de sécurité par la réduction des concentrations en méthane audessous des limites dangereuses.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 8, 1983

C.Z. 622.245.1 : 65.012.1

Calotă, N. *Étude expérimentale du processus de l'introduction du matériel tubulaire dans les sondes* (I)
On analyse l'expérience accumulée par des nombreux mesurements effectués dans les chantiers de forage, les résultats obtenus et les observations sur quelques évolutions anormales des étapes du processus de l'introduction du matériel tubulaire. De même sont présentées les conclusions sur l'opportunité de quelques approximations possibles dans le calcul de la dynamique de ce processus.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 8, 1983

C.Z. 622.692.4 : 621.643

Posea, N., Anghel, Al., Grigore, N., Neagu Al. *Le calcul statique du système de conduits en fonction de l'influence de l'afaiblissement des appuis*
Dans l'article on présente une continuation de l'algorithme général pour le calcul statique des systèmes de conduits en fonction des facteurs qui intensifient les tensions dans les raccords. De même, on analyse le mode dans lequel certaines situations rencontrées dans la pratique influencent l'état des éffforts et des déplacements du système de conduits avec deux exemples concrets de l'industrie pétrochimique.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 8, 1983

C.Z. 622.692.4 : 621.643

Simescu, N. *Méthodes de calcul des fluxes aux gaz et l'évaluation de l'état hydraulique des conduits aux gaz*
L'auteur analyse l'écoulement du gaz sous régime variable, les méthodes techniques de calcul hydraulique des conduits, ainsi que l'évaluation de l'état hydraulique des conduits aux gaz.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 8, 1983

C.Z. 622.143 : 622.24 : 551.75

Paraschiv, D., Popescu, M. *Le forage de Căscioarele et quelques aspects de l'évolution de la Plate-forme Moesique*
Les auteurs présentent la zone de Căscioarele, qui, au niveau du Paleozoïque, représente un important élevement traversé par des roches magmatiques qui chevauche vers le sud les formations de la zone dépressionaire de Cartojani.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 8, 1983

INHALT

Tag des Bergarbeiten

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 8, 1983

C.Z. 622.346.2 : 65.012.1 : 622.7

Renţ, St., Sarossy Gh. *Auswertung der niederwertigen molybdänitischen Konzentrate durch kombinierte Technologien*

Nach der Beschreibung der gegenwärtig weltweit angewendeten Technologien für die Auswertung der nicht-bedingten molybdänitischen Konzentrate, stellen die Verfasser die im Rahmen des Forschungs- und Projektierungsinstitutes für nicht-eisene Erze Baia Mare erfolgten Forschungen über die Auswertung der nicht-bedingten molybdänitischen Unterprodukte mit 8—20% Mo ducrh die Molybdänrückgewinnung unter der Form eines verschiedenartiges Bereiches von molybdänitischen Produkten: Kalziummolybdat, Ammoniumparamolybdat, Natriummolybdat, Molybdäntrioxyd, je nach den Forderungen der Nationalwirtschfat, vor.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 8, 1983

C.Z. 622.411.33 : 622.86 : 622.44

Matei, I., Bălţăreţu Florica *Wetterungsmethoden für die Ausgasung der Methanneste aus den Gruben*

Die Verfasser zeigen die Anwendungsmöglichkeiten verschiedener Wetterungsmethoden in kritischen Situationen von dem Sicherheitsstandpunkt zwecks Verminderung der Methankonzentrationen unter den Gefahrsgrenzen.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 8, 1983

C.Z. 622.245.1 : 65.012.1

Calotă, N. *Experimentelle Untersuchung des Einlassens der Verrohrung in die Bohrungen* (I)

Überprüft wird die in den Bohrungswerken durchgeführten Messungen, die Ergebnisse und die Beobachtungen über unerfolgsreichen Entwickungen der Stufen des Einlassenprozesses der Verrohrung in die Bohrungen. Gleichzeitig werden die Folgerungen über die Gerechtigkeit einiger möglichen Schätzungen in der Rechnung der Dynamik dieses Prozesses vorgestellt.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 8, 1983

C.Z. 622.692.4 : 621.643

Posea, N., Anghel, Al., Grigore, N., Neagu, Al. *Statische Rechnung der Rohrleitungssysteme unter Berücksichtigung der Wirkung der Stützennachgiebigkeit*

Vorgestellt wird eine Erweiterung des allgemeinen Algorithmus für die statische Rechnung der Rohrleitungssysteme, unter Berücksichtigung der Verstärkungsfaktoren der Bogen- und T-Stückspannungen. Überprüft wird auch die Weise in welcher bestimmte in der Praxis auftretenden Situationen den Beanspruchungs- und Bewegungsstand des Rohrleitungssystems beeinflüssen, wobei konkrete Beispiele von zwei Rohrleitungen der petrochemischen Industrie auch gegeben werden.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 8, 1983

C.Z. 622.692.4 : 621.643

Simescu, N. *Rechnungsmethoden der Gasströmungen und Bewertung des hydraulischen Zustrandes der Gasrohrleitungen*

Der Verfasser überprüft die Gasströmung in veränderlichem Betrieb, die technischen Methode der hydraulischen Rechung der Rohrleitungen, sowie die Bewertung des hydraulischen Zustandes der Gasrohrleitungen.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 8, 1983

C.Z. 622.143 : 622.24 : 551.75

Paraschiv, D., Popescu, M. *Die Bohrung von Căscioarele und einige Aspekte der Entwicklung der Moesischen Tafel*

Die Verfasser stellen den Bereich Căscioarele vor, welcher, auf paläosoischen Ebene, eine wesentliche, von magmatischem Gestein durchgestrichene Hebung darstellt und, nach Süden, die Formationen der Cartojani Sattelbiegung überlappt.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 8, 1983

Revista MINE, PETROL şi GAZE este editată de Oficiul de informare documentară pentru industria minieră, Bucureşti, Calea Victoriei 220, sector I, cod. 71104, C.P. 22 — 146, telefon 59.29.75.

Tiparul: Intreprinderea poligrafică „Informaţia" str. Brezoianu nr. 23—25, Bucureşti c. 1484

Preţul: 13 lei/exemplar

Corector: Cornelia Popa; grafica: A. Socaciu

c. 1484

43 102

„ZIUA MINERULUI"

TELEGRAMA ADRESATĂ TOVARĂȘULUI NICOLAE CEAUȘESCU

de participanții la adunarea festivă de la Petroșani

Cu sentimente de cea mai aleasă dragoste și stimă, participanții la Adunarea festivă de la Petroșani consacrată sărbătoririi „Zilei minerului", dînd glas voinței și dorinței fierbinți a celor peste 34 000 mineri, preparatori, maiștri, tehnicieni și ingineri din unitățile miniere ale Văii Jiului exprimă din adîncul inimilor lor întreaga recunoștință conducerii partidului și statului, dumneavoastră personal, mult iubite tovarășe Nicolae Ceaușescu, fiul cel mai devotat al poporului, minerul nostru de onoare, pentru grija și atenția deosebită ce o acordați oamenilor muncii din adîncurile bazinului nostru carbonifer, dezvoltării și modernizării întreprinderilor, creșterii continue a bunăstării materiale și spirituale a minerilor și familiilor lor.

Sub conducerea înțeleaptă și încercată a partidului nostru iubit, minerii din această vatră străbună de cărbune sînt puternic angajați, alături de întregul popor, în marea operă de edificare a societății socialiste multilateral dezvoltate pe pămîntul scump al României.

În anii care au trecut de la gloriosul Congres al IX-lea al partidului, care v-a învestit cu funcția supremă în conducerea partidului și care a marcat trecerea țării noastre într-o etapă nouă, cea mai fructuoasă și mai strălucită din istoria milenară a poporului nostru, industria minieră din Valea Jiului s-a dezvoltat și s-a modernizat impetuos, oferind în prezent imaginea unei economii viguroase, dominată de un înalt grad de mecanizare și automatizare, în care muncește un mare și puternic detașament de mineri, însuflețiți de dorința arzătoare de a fi la nivelul grijii și atenției ce li se acordă, al misiunii lor nobile de a extrage, prepara și livra patriei cărbune tot mai mult și mai bun.

Folosim prilejul minunat al sărbătoririi „Zilei minerului" pentru a vă raporta, mult iubite și stimate tovarășe secretar general, că, în primul semestru al anului în care ne aflăm, la producția fizică planul a fost depășit cu 5 400 tone huilă netă și 4 700 tone brichete. În aceeași perioadă, nivelul realizărilor a fost mai mare față de semestrul I al anului 1982 cu 6,3 la sută la producția de huilă extrasă, cu 7,4 la sută la huilă netă și cu 1,4 la sută la cărbunele spălat pentru siderurgie.

Sîntem preocupați îndeaproape și în mod consecvent de creșterea continuă a ponderii producției de cărbune extrasă cu complexele mecanizate și cu combinele, cu hotărîrea ca pînă la finele anului 1983 proporția de cărbune, realizată cu acestea, să depășească

40 la sută din plan, iar pînă în anul 1985 să ajungă la 50—55 la sută, cu tendința de creștere în continuare, de sporire a producției de huilă spălată pentru cocs și semicocs. Concomitent, desfășurăm o activitate susținută pentru reducerea consumurilor de materiale, piese de schimb, combustibil și energie, introducerea în circuitul economic a tuturor materialelor refolosibile, de creștere substanțială a eficienței economice și a gradului de rentabilitate a întregii noastre activități.

În spiritul hotărîrilor plenarei C.C. al P.C.R. din 29—30 iunie 1983, al legilor adoptate de Marea Adunare Națională și al magistralei dumneavoastră cuvîntări, rostită cu acest prilej, acționăm ferm pe linia întăririi autoconducerii muncitorești, a aplicării neabătute a noului mecanism economico-financiar, a principiului socialist de retribuire și creștere a retribuției întregului personal muncitor, prin generalizarea acordului global în toate unitățile noastre miniere.

Cu aceste gînduri, cu inimile pline de mîndrie și de cinstea de a vă avea mereu în fruntea conducerii partidului și statului, miner de onoare și prietenul cel mai apropiat al oamenilor muncii din adîncuri, vă încredințăm, mult iubite și stimate tovarășe Nicolae Ceaușescu, că ne vom consacra toate eforturile, capacitatea și puterea de muncă luptei neabătute pentru îndeplinirea exemplară a planului producției de cărbune pe acest an și pe întregul cincinal ,cu convingerea neclintită că astfel ne vom aduce o contribuție prețioasă la înfăptuirea programului elaborat de Congresul al XII-lea și Conferința Națională ale Partidului Comunist Român, de înflorire și prosperitate continuă a patriei noastre dragi — România socialistă.

PARTICIPANȚII LA ADUNAREA FESTIVĂ CONSACRATĂ SĂRBĂTORIRII „ZILEI MINERULUI"

REALIZĂRI ŞI PERSPECTIVE ÎN DEZVOLTAREA INDUSTRIEI EXTRACTIVE MINIERE

Combinatul minier Valea Jiului

Otto Dan Surulescu
director general

Directivele Congresului al XII-lea al partidului prevăd o amplă dezvoltare a industriei extractive, un accent deosebit punîndu-se pe extracţia de cărbune, care trebuie să ajungă, în anul 1985, la 88 milioane tone, din care Combinatului minier Valea Jiului îi revin 15 milioane tone.

Necesitatea dezvoltării, în continuare, a producţiei de cărbune a fost subliniată, cu deosebită pregnanţă, la Conferinţa Naţională a partidului, din decembrie 1982, la care s-au adoptat programe speciale în această direcţie.

Pentru etapa actuală, în condiţiile crizei energetice mondiale, îndeosebi a creşterii, în mod vertiginos, a preţurilor la materiile prime minerale şi la combustibili, realizarea acestor programe are o însemnătate vitală, de ea depinzînd dezvoltarea de ansamblu a economiei naţionale şi asigurarea independenţei energetice a ţării.

În această direcţie, Combinatului minier Valea Jiului, ca singură unitate extractivă de huilă din ţară, îi revin sarcini deosebite pentru satisfacerea nevoilor mereu crescînde de cărbune cocsificabil din producţia internă. Ca urmare, producţia de cărbune prevăzută pentru a fi extrasă, în acest an, de către unităţile Combinatului minier Valea Jiului, totalizează 11,2 milioane tone, ceea ce reprezintă o creştere de 77% faţă de producţia extrasă în anul 1966, an care marchează începutul traducerii în viaţă a istoricelor hotărîri ale Congresului al IX-lea al partidului.

Creşterea producţiei de cărbune a fost realizată pe seama dezvoltării capacităţilor de extracţie, a introducerii mecanizării pe întreg fluxul de producţie, de la abataj pînă la instalaţia de preparare, precum şi a folosirii raţionale a forţei de muncă.

În concepţia de deschidere şi modernizare a minelor au fost puse principii noi, care, în condiţiile dificile de zăcămînt, cum sînt variaţia mare a grosimii şi înclinării stratelor de cărbune, tectonizarea accentuată a acestora, emanaţiile de gaze, proprietatea accentuată de autoaprindere a cărbunelui etc., să permită dezvoltarea producţiei, în paralel cu creşterea gradului de recuperare a rezervelor.

În acest sens, la nivelul abatajului s-a schimbat structura metodelor de exploatare prin înlocuirea unora din metodele tradiţionale, cu abataje cu front lung, care să permită mecanizarea principalelor operaţii tehnologice. Astfel, la exploatarea stratelor groase cu divizarea în felii orizontale sau pe înclinare s-a restrîns domeniul de aplicare a abatajelor cameră, deoarece această metodă are capacitate limitată de producţie, este mare consumatoare de material lemnos şi forţă de muncă şi nu permite introducerea de mijloace moderne de mecanizare.

În prezent, metoda de extragere a cărbunelui în abataje frontale, atît la stratele groase, cît şi la cele de grosime medie sau subţiri, participă, în producţia bazinului, cu o pondere de circa 70%.

În prima etapă s-a extins, pînă la generalizare, susţinerea metalică individuală cu stîlpi hidraulici de producţie indigenă tip SVJ şi grinzi articulate în consolă, tăierea cărbunelui efectuîndu-se cu combine sau prin perforare-împuşcare.

Avînd în vedere complexitatea condiţiilor geologo-miniere pentru trecerea la mecanizarea complexă în etapa a doua, a fost necesară experimentarea unei game variate de tipuri constructive de susţineri mecanizate de abataj, urmărindu-se stabilirea celor mai adecvate condiţiilor specifice de zăcămînt.

Dacă pentru stratele subţiri şi de grosime medie a putut fi preluată experienţa acumulată pe plan mondial, precum şi unele mijloace de mecanizare create în acest sens, introducerea mecanizării complexe în stratele groase extrase în felii

descendente, care impune lucrul sub un tavan creat artificial, a ridicat o serie de probleme tehnice de mare complexitate, care au fost rezolvate de specialiștii din bazin, pentru care nici practica mondială nu dispunea de experiență în acest sens (construirea tavanului artificial din elemente metalice flexibile, susținerea zonelor de la extremitățile abatajului etc.).

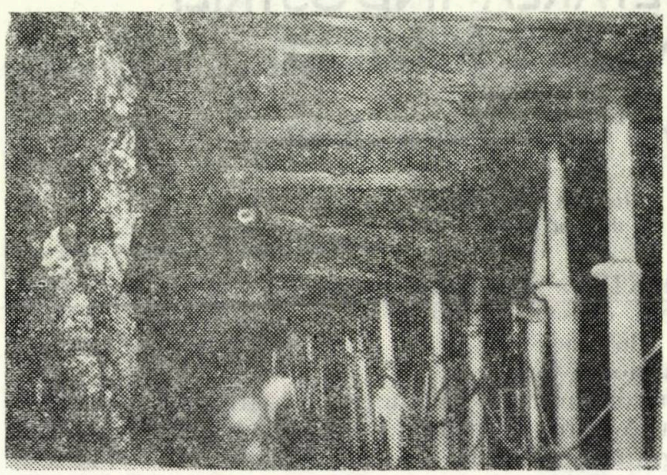


Fig. 1. Abataj frontal cu susținere individuală tip SVJ-315.

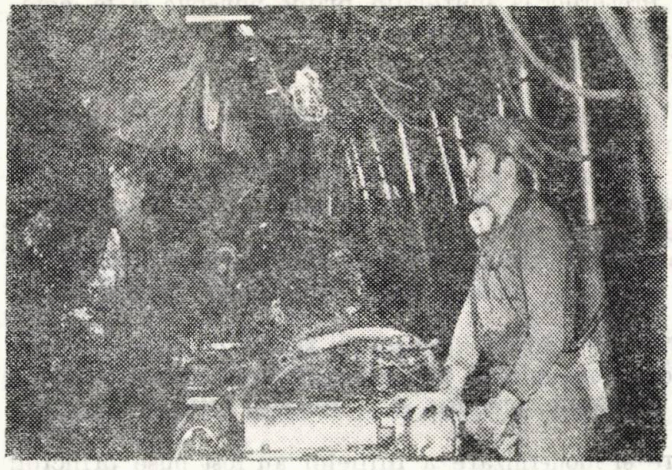


Fig. 2. Susținere mecanizată tip SMS.

Prin acțiunile de cooperare și efort propriu de cercetare-dezvoltare, s-au asimilat în fabricație echipamentele de susținere mecanizată a abatajelor tip scut SMA-1 și SMA-2, care s-au dovedit corespunzătoare, atît în condițiile exploatării stratelor groase în felii sub tavan artificial, cît și pentru exploatarea stratelor de grosime medie sub tavan natural.

Pentru mecanizarea tăierii au fost experimentate și introduse combine de abataj adecvate condițiilor de zăcămînt.

La baza mecanizării și modernizării minelor din bazinul carbonifer Valea Jiului stă înfăptuirea programului de mecanizare elaborat la indicația secretarului general al partidului, tovarășul Nicolae Ceaușescu, avînd ca obiective creșterea capacităților de producție și a productivității muncii, în paralel cu reducerea efortului fizic și creșterea gradului de securitate din subteran.

Ca urmare a preocupărilor susținute pe linia introducerii mecanizării complexe în abataj, producția extrasă prin tehnologii integral mecanizate a înregistrat o dinamică ascendentă, de la 0,76 % pondere în anul 1976, la 30% în anul 1982 și 33% în 1983, urmînd ca în anul 1985 aceasta să reprezinte 40%.

Ca efect direct al mecanizării procesului tehnologic din abataj, s-a înregistrat o îmbunătățire a indicatorilor tehnico-economici, reflectată în creșterea producției medii zilnice realizate cu complexe mecanizate de abataj, precum și a productivității muncii.

Rezultate bune s-au obținut la I.M. Lupeni în abatajele frontale din stratul 3 sub tavan artificial, unde producția medie pe abataj a înregistrat creșteri continue, ajungînd la circa 812 tone/zi în anul 1982, cu o productivitate de 16,5—20 tone/post.

În zonele de strat în care nu este posibilă introducerea mecanizării complexe se aplică, fiind în curs de extindere, metoda de exploatare cu abataje frontale, sub tavan de rezistență, realizat din grinzi articulate și susținere cu stîlpi hidraulici individuali tip SVJ. Prin aplicarea acestei metode la minele Lonea și Petrila s-au obținut creșteri de productivitate de 2—2,5 t/post, comparativ cu abatajele susținute clasic, pe lîngă îmbunătățirea substanțială a securității muncii în abataj.

În baza experienței acumulate se prevede extinderea acestei tehnologii în stratul 3, la minele Petrila, Dîlja, Vulcan, pentru un număr sporit de abataje la care tăierea se va realiza mecanizat cu combine de abataj.

În paralel cu introducerea și extinderea mecanizării în stratele groase, s-a acționat și în direcția extinderii mecanizării în stratele subțiri și de grosime medie,

unde cu complexele mecanizate existente în dotare se acoperă gama de grosimi ale stratelor de cărbune de 0,8—4,4 m.

Un exemplu în acest sens îl constituie trecerea la exploatarea concomitentă a unor pachete de strate, care înainte se exploatau în abataje cameră, cu complexe mecanizate de abataj cu înălțime mare 4,4 m, la I.M. Uricani, obținîndu-se producții zilnice de 800—1 300 t și productivități de 14—25 t/post.

Ca urmare a rezultatelor bune obținute în aceste abataje, unitățile combinatului vor fi dotate, în acest an, cu încă patru complexe mecanizate pentru tăiere la înălțime mare.

Pentru extinderea mecanizării în stratele subțiri, cu înclinare mare, a fost experimentat la I.M. Petrila un agregat de susținere și tăiere, prin utilizarea căruia, față de metoda clasică cu trepte răsturnate, s-a eliminat complet consumul de lemn, iar efortul fizic a fost redus substanțial.

În domeniul săpării și susținerii lucrărilor miniere de deschidere și pregătire, s-a perfecționat continuu procedeul de săpare prin perforare-împușcare, extinzîndu-se instalațiile moderne de perforare, precum și mecanizarea încărcării cu mașini de încărcat construite în țară. În paralel s-a extins tehnologia de săpare a lucrărilor cu combine de înaintare, în cărbune și steril.

În prezent minele din Valea Jiului sînt dotate cu peste 60 de combine de înaintare, care asigură săparea mecanizată a unui important volum de lucrări de deschidere și pregătire.

Pentru susținerea lucrărilor miniere, pe lîngă tehnologiile clasice, s-a trecut la susținerea cu prefabricate grele din beton armat, a căror montare se face mecanizat, perfecționarea susținerii cu arce metalice prin utilizarea unor laminate cu capacitate portantă mai mare (SG—29), mecanizarea montării arcelor de susținere, extinderea bandajării cu grile metalice și îmbunătățirea actualelor elemente de strîngere la susținerea cu arce culisante.

Pe linia modernizării transportului în subteran, pe lîngă efortul de introducere a schemelor de transport al producției în flux continuu pe benzi și îmbunătățirea constructivă a utilajelor de transport, se acționează și în direcția mecanizării transportului de materiale și utilaje, prin extinderea instalațiilor de transport cu monorai cu tracțiune pe cablu, asigurîndu-se astfel o aprovizionare ritmică cu materiale și, implicit, creșterea capacității de producție în abataj. În acest an minele din Valea Jiului vor fi echipate cu 21 instalații monorai, care vor fi montate pe principalele trasee de transport la minele Lonea, Livezeni, Aninoasa, Paroșeni, Lupeni și Uricani.

Procesul de dotare continuă a minelor cu utilaje și instalații complexe de mecanizare a necesitat măsuri susținute privind reorganizarea activității de întreținere și reparație a utilajelor la nivelul bazinului, precum și pregătirea forței de muncă prin specializare și policalificare.

În paralel cu eforturile depuse pentru ridicarea nivelului tehnic al producției, au fost desfășurate acțiuni susținute în direcția îmbunătățirii condițiilor de muncă, în care scop toate minele au fost dotate cu instalații puternice de ventilație, instalații de degazare, s-a diversificat aparatura de măsură și control a atmosferei din subteran, au fost elaborate și se aplică procedee noi pentru prevenirea și combaterea focurilor de mină cu folosirea de materiale inerte solide sau gazoase.

Cerințele creșterii extracției de cărbune în bazinul Valea Jiului impun, în continuare, eforturi susținute pentru valorificarea superioară a rezervelor din acest bazin care, în condițiile concrete de exploatare ale fiecărui cîmp minier, necesită o intensă activitate de cercetare și concepție.

În acest sens, Combinatului minier Valea Jiului îi revin sarcini deosebite în perfecționarea și extinderea tehnologiei de extragere a cărbunelui în abataje cu front lung, echipate cu complexe mecanizate sau sub tavan de rezistență, creșterea vitezei de săpare a lucrărilor miniere de deschidere și pregătire, intensificarea acțiunii de valorificare a rezervelor de cărbune imobilizate în pilierii de protecție, deschiderea și punerea în funcțiune a unor mine noi, construirea unor noi instalații de preparare pentru creșterea producției de cărbune destinat fabricării cocsului.

Realizarea integrală a sarcinilor ce revin minerilor din bazinul carbonifer al Văii Jiului, pe linia creșterii producției de cărbune în viitorii ani, precum și a creșterii gradului de valorificare a rezervelor de cărbune din bazin, este prinosul de recunoștință pe care aceștia îl aduc conducerii de partid și de stat, tovarășului Nicolae Ceaușescu, secretar general al partidului, pentru grija părintească pe care le-o poartă.

Combinatul minier Motru

Marin Ştefanache
director general

Începuturile activităţii miniere în bazinul Motru au avut loc în perioada 1960—1965 în trei cîmpuri miniere : Horăşti, Leurda şi Ploştina, în care s-au realizat primele abataje experimentale .

În cincinalul 1966—1970 se întreprind acţiuni susţinute pentru stabilirea tehnologiilor şi utilajelor adecvate pentru executarea lucrărilor de deschidere, pregătire şi exploatare.

În final s-a stabilit că cea mai adecvată metodă de exploatare este aceea cu stîlpi lungi pe direcţie sau înclinare şi abataje cu front lung de 80—100 m, echipate cu complexe mecanizate de tipul îngrăditor-susţinător.

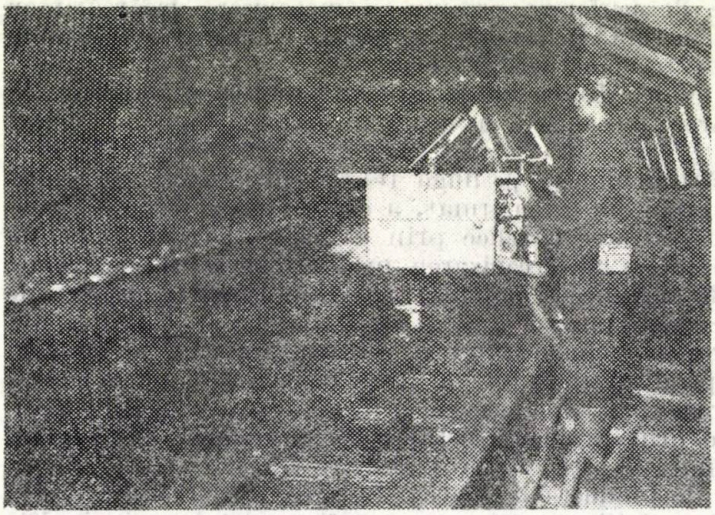


Fig. 3. Abataj echipat cu complex mecanizat de producţie românească.

În această perioadă au fost puse bazele unei mecanizări complexe a extracţiei, care a permis o creştere a producţiei zilnice pe fiecare abataj şi înfiinţarea de noi unităţi miniere în bazin (Lupoaia, Roşiuţa şi Motru Vest).

În deceniul 1970—1980 s-au extins lucrările în cele şase mine din bazinul Motru, au fost deschise şi au fost puse în exploatare primele abataje mecanizate din bazinul Jilţ, la minele Mătăsari (1973), Dragoteşti (1974) şi Tehomir (1976).

Dintre realizările mai deosebite ale acestei etape, în domeniul tehnicii miniere amintim :

— săparea cu combina de înaintare a 250 m/lună galerie de deschidere, cu susţinere în zidărie continuă de bolţari;

— realizarea unor viteze de avansare lunară în galerie, cu combină de înaintare, de 804 m (Ploştina 1970), 820 m (Lupoaia 1974) şi 1100 m (Lupoaia 1974), record încă neegalat;

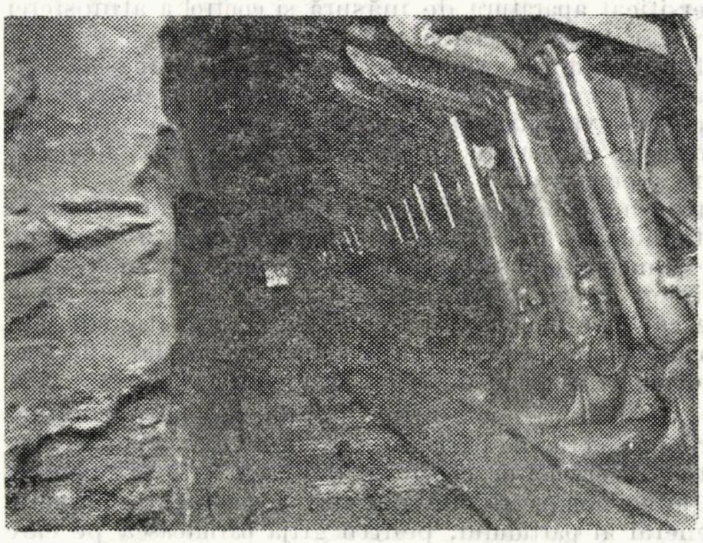


Fig. 4. Complexul mecanizat românesc tip CMA-2.

— record anual de producţie, realizat de o singură brigadă, cu un complex mecanizat, de 438 875 t, cu o productivitate medie de 32 t/post (1975 mina Lupoaia) ;

— record lunar de producţie cu un complex CMA—2 de fabricaţie românească, de 200 m avansare, 55 000 t producţie şi de 43,5 t/post productivitate.

Aceste vîrfuri de tehnică minieră sînt menite să reflecte grija şi preo-

cuparea pentru mecanizarea extracției din subteran, pregătirea și perfecționarea calificării personalului muncitor la toate nivelele.

O importantă realizare a deceniului 1970—1980, ca urmare a indicațiilor date de conducerea partidului, o constituie construcția de utilaje românești, la care specialiștii din bazinul Motru au avut o contribuție esențială în stabilirea soluțiilor constructive.

Dintre acestea sînt de menționat complexele mecanizate tip CMA-1; CMA-2; CMA-2M și CMA-3, transportoarele cu raclete, combirele de înaintare tip CI-1 și altele.

Activitatea de producție din cincinalul 1981—1985 are la bază o dotare de nivel tehnic ridicat, precum și o experiență vastă în domeniul extracției lignitului din subteran; în prezent Combinatul minier Motru are 10 mine moderne cu un potențial de producție în dezvoltare.

În prezent preocupările sînt îndreptate în direcția materializării soluțiilor pentru extracția lignitului din stratele subțiri, aflate în condiții hidrogeologice grele, precum și spre recuperarea integrală a rezervelor din stratele groase.

În ce privește extragerea cărbunelui în exploatări miniere la zi, pe baza experienței acumulate în bazinul Rovinari, s-a deschis și pus în funcțiune prima carieră în zonă colinară — cariera Lupoaia — și ulterior carierele Jilț și Roșiuța, ultimele două fiind dotate cu utilaje tehnologice (excavatoare cu rotor port-cupe și mașini de haldat) de fabricație românească.

Rezultatele eforturilor depuse în dezvoltarea extracției lignitului în bazinul Motru pot fi sintetizate în faptul că, față de numai 303 mii tone cărbune extras în anul 1964, producția realizată în anul 1982 a fost de 11 865 mii tone, iar la nivelul anului 1985 se prevede realizarea unei producții de 24 500 mii tone, respectiv 206% față de anul 1982.

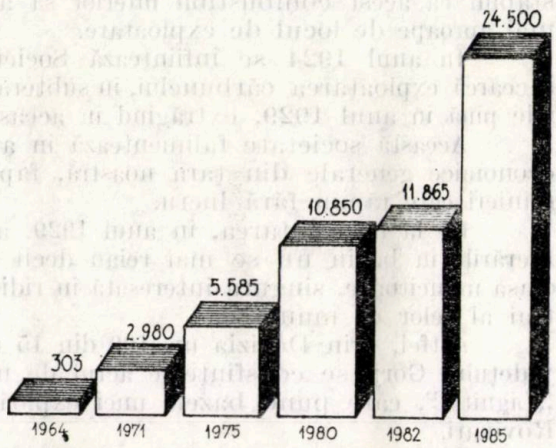


Fig. 5. Dinamica producției de lignit la C. M. Motru

Toată această dezvoltare este posibilă, avînd în vedere faptul că, la indicația secretarului general al partidului, tovarășul Nicolae Ceaușescu, producția de utilaj tehnologic minier a căpătat o amplă dezvoltare, în concordanță cu necesitățile industriei extractive miniere.

Desigur, înscrierea pe coordonatele dezvoltării bazinului minier Motru este posibilă numai în condițiile asigurării personalului capabil să execute, să conducă și să organizeze întregul flux tehnologic de extracție a cărbunelui din mine și cariere, instruit și format pentru dirijarea complexelor mecanizate de tăiere și susținere în abataj, a excavatoarelor cu rotor și a mașinilor de haldat de mare capacitate din cariere.

Pregătirea forței de muncă se realizează prin două licee industriale, precum și la unitățile miniere, prin cursuri de calificare și perfecționare.

În prezent liceele dispun de 50 săli de clasă, 14 ateliere de instruire practică organizate pe profile și meserii, un poligon tehnologic minier subteran, două săli de sport, cămine, cantine, biblioteci și săli de lectură.

Liceul industrial din Motru, înființat în anul 1967, a pregătit 8 160 de muncitori: mineri, electricieni, lăcătuși, maiștri minieri și electromecanici, care în prezent își desfășoară activitatea în minele și carierele din bazinele Motru și Jilț.

În abataje și în cariere inginerii și maiștrii prezintă pe viu organizarea procesului tehnologic de producție, modul de funcționare al utilajelor noi introduse, cît și o reîmprospătare a cunoștințelor pentru muncitorii cu vechime mai mare de 4—5 ani.

Pentru stabilizarea forței de muncă, prin grija partidului și guvernului a fost construit orașul Motru și în viitorul apropiat orașul Mătăsari, cămine de nefamiliști, cantine, săli de cinematograf, de sport, școli, cămine pentru copii, spitale și o policlinică în orașul Motru, magazine moderne, casă de cultură și club.

Pentru ocuparea forței de muncă feminine s-a construit în orașul Motru o fabrică de tricotaje cu 700 locuri de muncă pentru soțiile și ficele minerilor.

*

Oamenii muncii din unitățile Combinatului minier Motru sînt hotăriți să depună toate eforturile pentru realizarea, în cele mai bune condițiuni, a sarcinilor ce le revin, astfel încît să răspundă grijii permanente pe care conducătorul partidului și statului, tovarășul Nicolae Ceaușescu, o are pentru minerii patriei noastre.

Combinatul minier Rovinari

Emil Huidu
director general

Dacă facem o privire retrospectivă asupra valorificării lignitului din Gorj, care constituie o bogăție a subsolului acestui județ, se constată că, deși existența lui era cunoscută din cele mai vechi timpuri, folosirea se face abia în anii socialismului, ca urmare a hotărîrilor luate de conducerea de partid și de stat, care au stabilit ca acest combustibil inferior să alimenteze termocentralele amplasate cît mai aproape de locul de exploatare.

În anul 1924 se înființează Societatea anonimă „Tehnica minieră", care încearcă exploatarea cărbunelui, în subteran prin galerii de coastă, menținînd lucrările pînă în anul 1929, extrăgînd în această perioadă circa 3 200 t.

Această societate falimentează în anul 1929, ca urmare a declanșării crizei economice generale din țara noastră, fapt resimțit și de o parte din muncitorii minieri care rămîn fără lucru.

De la falimentarea, în anul 1929, a Societății anonime „Tehnica minieră", lucrările în bazin nu se mai reiau decît după cucerirea puterii politice de către clasa muncitoare, singura interesată în ridicarea economică a țării și a nivelului de trai al celor ce muncesc.

Astfel, prin Decizia nr. 109 din 15 martie 1950 a Comitetului Provizoriu al județului Gorj, se consfințește actul de naștere al primei întreprinderi denumită „Lignitul", care pune bazele unei exploatări organizate a cărbunelui din zona Rovinari.

Exploatarea cărbunelui, prin întreprinderea locală „Lignitul", a continuat pînă în februarie 1955 cînd, prin hotărîrea guvernului, se apreciază importanța economică a bazinului carbonifer Rovinari, iar desfășurarea în continuare a lucrărilor se încredințează Ministerului Minelor.

De la exploatarea aflorimentelor cu tîrnăcopul și roaba și în două abataje camere, care în anii 1953—1955 asigurau o cantitate de cărbune de 2 — 3 000 t/an, necesar industriei locale Gorj, începînd cu anul 1955 s-a trecut la organizarea extragerii lignitului prin exploatarea la zi, iar istoricele hotăriri ale Congresului al IX-lea al partidului au pus bazele dezvoltării bazinului carbonifer Rovinari.

Începînd din anul 1967, carierele Cicani, Beterega, Gîrla, Tismana, Rovinari Est, Roșia de Jiu, Pești-eana au fost dotate cu utilaje de mare capacitate — excavatoare cu rotor port-cupe, mașini de haldat, transportoare magistrale cu bandă.

Ca urmare, de la an la an, se înregistrează salturi mari în extracția cărbunelui din cariere.

Astfel, în anul 1982 s-a produs de 746 ori mai mult ca în anul 1955 și de 1,2 ori mai mult ca în anul 1981.

Producția trimestrului I din anul 1983 este egală cu producția anului 1969, iar producția unei zile din anul 1983 reprezintă de peste 3 ori producția realizată în întreg anul 1955.

Datorită cerințelor de cărbune mereu în creștere, în urma cercetărilor efectuate s-au pus în evidență noi rezerve care au fost destinate exploatării prin metode subterane; primele încercări au avut loc în anii 1960—1961.

Pe parcurs, în paralel cu îmbunătățirea tehnologiilor de exploatare în cariere, au fost perfecționate și tehnologiile de lucru în subteran. Începînd cu anul 1978, în

bazinul Rovinari au fost deschise 4 mine, unde s-au aplicat metode de exploatare cu stîlpi lungi pe direcție, abatajele fiind dotate cu complexe mecanizate, urmînd ca în anul 1985 din subteran să se obțină 5 000 mii tone.

Primele linii tehnologice din cariere, compuse din exacavator cu rotor port-cupe, circuite de benzi, mașini de haldat, au fost importate.

În continuare, în raport cu dinamica de producție, care prezintă creșteri importante de la an la an, s-a trecut la asimilarea fabricației în țară a utilajelor tehnologice și au fost deschise noi cariere.

Trecerea la lucru cu tehnologii moderne în cariere a impus, ca în paralel cu acțiunile de asimilare a utilajelor, să se rezolve și unele probleme care să conducă la folosirea cu rezultate bune a acestora și anume:

— adaptarea tehnologiilor de excavare și haldare adecvate la condițiile geologico-miniere din bazinul Rovinari;

— pregătirea și specializarea personalului de deservire și asistență tehnică.

Pe baza observațiilor făcute în exploatare de către unitățile Combinatului minier Rovinari, în colaborare cu constructorul și cu institutele de cercetare și proiectare de profil, la utilajele tehnologice au fost aduse o serie de îmbunătățiri constructive, dintre care cele mai reprezentative sînt următoarele.

● La excavatoarele cu rotor port-cupe tip 1 400

— întărirea suplimentară a cupelor tăietoare în zona de deformare și rupere frecventă a suportului port-dinte;

— fixarea, prin sudură, a pintenilor de la roțile de acționare a șenilelor, la sistemul de deplasare de la excavator și căruciorul de sprijin;

— mărirea gărzii la sol a reductoarelor mecanismului de deplasare de la căruciorul de sprijin al excavatorului;

— eliminarea benzii reversibile nr. 4 de pe excavator și realizarea distruibirii materialului de pe benzile 3/5 cu posibilitate de comutare pe steril și cărbune.

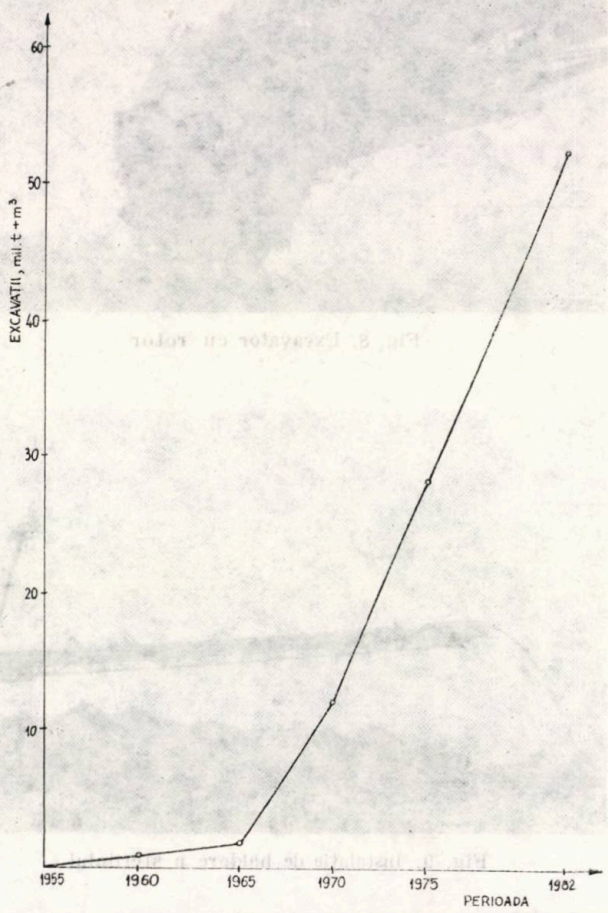


Fig. 6. Evoluția excavației masei miniere din cariere în perioada 1955 — 1982.

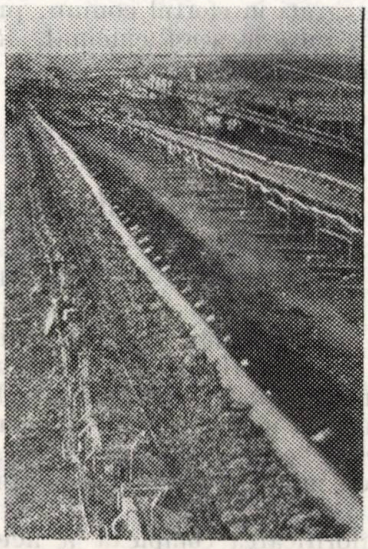


Fig. 7. Magistrală de transport în carieră.

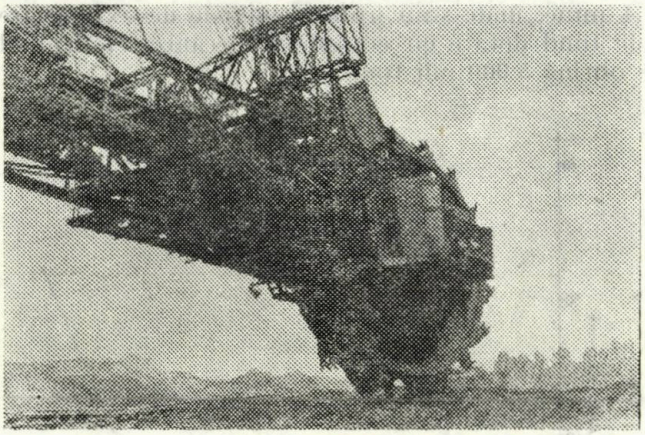


Fig. 8. Excavator cu rotor

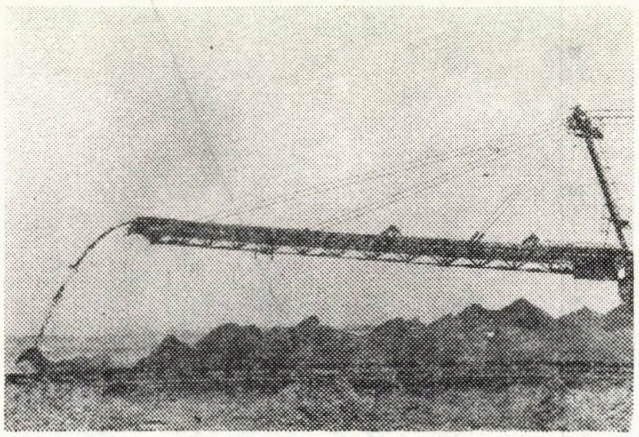


Fig. 9. Instalaţie de haldare a sterilului

● La benzile de transport de mare capacitate

— creşterea gărzii la sol a staţiilor de întoarcere pentru acces uşor, în vederea curăţirii, controlului şi întreţinerii în exploatare;

— îmbunătăţirea sistemului pentru curăţirea materialului lipit de covorul de bandă.

● La maşina de haldat

— mărirea unghiului de înfăşurare a covorului de cauciuc pe tamburul de acţionare a benzii pentru prevenirea patinării;

— executarea îmbunătăţirilor constructive la mecanismul de deplasare, similar celor realizate la excavator.

Creşterea considerabilă a sarcinilor de producţie la extracţia de cărbune, în bazinul carbonifer Rovinari, a impus intensificarea acţiunilor de recrutare, pregătire şi perfecţionare profesională a forţei de muncă, aceasta condiţionînd, nemijlocit, exploatarea cu maximă eficienţă a maşinilor, utilajelor şi instalaţiilor complexe din cariere şi din subteran.

În acest context, numărul de personal încadrat în bazin a crescut de la 2 000 persoane, în anul 1975, la 17 900 persoane în prezent, fiind în curs noi acţiuni de recrutare, pregătire şi perfecţionare a pregătirii profesionale pentru toate categoriile de oameni ai muncii.

Intensificîndu-şi eforturile pentru realizarea prevederilor programului de extracţie a lignitului, minerii Combinatului din bazinul Rovinari se consideră pe deplin integraţi în efortul comun, prin care, aşa cum se subliniază în documentele de partid, încă în acest cincinal, România să devină independentă în asigurarea bazei sale energetice.

Centrala minereurilor Deva

Ioan Popa
director general

În conformitate cu orientările şi sarcinile desprinse din documentele Congresului al XII-lea al Partidului Comunist Român, Conferinţei Naţionale a partidului din 1982, Consfătuirii de lucru de la C.C. al P.C.R. din 28—29 ianuarie 1983, Centrala minereurilor Deva, unitate cu mare pondere în asigurarea economiei naţionale cu resurse minerale utile, şi-a intensificat eforturile pentru extragerea rezervelor de minereuri complexe, cuprifere, aurifere, feroase şi nemetalifere din raza sa de activitate.

Valorificarea complexă a acestor resurse a constituit unul din obiectivele majore ale centralei, ţinînd seama de problemele generale care se pun pe plan

mondial, în scopul reducerii importului de materii prime, a efortului valutar al statului.

Intensificarea acțiunilor pentru dezvoltarea bazei de materii prime și atragerea în circuitul economic de noi zăcăminte, chiar și cu conținuturi mai sărace, apare justificată și necesară în actualele condiții de prețuri existente pe piața internațională.

Răspunzînd solicitărilor economiei naționale, Centrala minereurilor Deva, prin unitățile sale, și-a concentrat eforturile în următoarele direcții:

— cercetarea și prospectarea geologică pentru identificarea de noi structuri și zone purtătoare de minerale utile;

— sporirea producției de minereuri exploatabile, chiar și în condiții mai grele și cu conținuturi mai scăzute;

— perfecționarea tehnologiilor de extracție și prelucrare a minereurilor și descoperirii altora noi, în vederea reducerii substanțiale a consumurilor specifice de materiale, creșterii randamentelor, simplificării proceselor de producție;

— continuarea valorificării superioare a resurselor de care dispune.

De asemenea, a făcut eforturi în direcția recuperării secundare și reciclării materiilor prime.

Avînd la dispoziție fondurile necesare pentru lucrările de cercetare geologică și pentru deschideri și pregătiri, s-a asigurat creșterea de rezerve la toate substanțele.

Evoluția bazei de materii prime pe perioada 1971—1982 este o dovadă grăitoare a preocupării activității geologice, urmărindu-se o creștere continuă a volumului de rezerve la toate substanțele.

Astfel, la minereu de fier rezervele cresc de 1,7 ori; la minereuri complexe de 2,6 ori; la minereuri cuprifere sărace de 6,4 ori; în timp ce la minereurile cuprifere se mențin la același nivel, cu tot consumul important de rezerve ce a avut loc în această perioadă.

Pe această bază au fost proiectate și sînt în curs de execuție marile obiective miniere de la Moldova Nouă, Roșia Poieni, Valea Morii, Coranda-Hondol.

Avînd în vedere conținuturile mai scăzute în substanțe utile ale zăcămintelor, studiile de fezabilitate și calculele capacităților optime au concluzionat interdependența dintre capacități, volume de rezerve, valoarea componenților utili în minereu și prețurile metalelor pe piața mondială.

Ca urmare a preocupărilor avute, în anul 1982 s-au obținut creșteri importante ale volumului de minereuri complexe și cuprifere (cu 5, respectiv 6 %) față de anul 1981, iar pentru anul 1983 sînt prevăzute creșteri importante, în principal la producția fizică, la toate sortimentele.

În legătură cu dezvoltarea, merită să subliniem faptul că, dacă în unitățile centralei noastre erau instalate în anul 1981 capacități totale de 9 290 mii tone, se va ajunge la finele anului 1983 la 13 400 mii tone, iar în 1985 la capacitatea de 25 000 mii tone minereu pe an.

Acest salt se datorește, în primul rînd, condițiilor de zăcămînt, care permit aplicarea exploatării la zi în carieră a minereurilor, extinderii metodelor de exploatare de mare productivitate și a creșterii vitezelor de avansare a lucrărilor de înaintare.

Ponderea metodelor de exploatare de mare productivitate în anul 1983, comparativ cu anul 1981, se prezintă astfel:

Specificație	*Anul 1981*		*Anul 1983*	
	mii tone	%	mii tone	%
— minereu extras în carieră	2 113	22,7	5 400	40,3
— metoda de exploatare cu surpare în subetaje	4 366	47,0	4 878	36,4
— metode de exploatare cu rambleu hidraulic	442	4,7	960	6,9
— alte metode de exploatare	2 370	25,6	2 196	16,4
TOTAL	9 291	100,0	13 400	100,0

Față de metodele de exploatare clasice, la care randamentele erau de 2—3 t/post în abataj, s-a ajuns, cu metodele actuale de exploatare, la 15 t/post, în anul 1983.

În exploatările la zi, sînt prevăzute utilaje de mare productivitate (exacavatoare cu cupă de 8 m^3, autocamioane de 100 t, foreze rapide, precum și linii de măcinare a minereurilor de 7 500 t/zi, celule mari de flotație cu volum de 15,3 m^3), ceea ce conduce la productivități de 100—200 t minereu/post.

În domeniul preparării minereurilor, preocupărilor sînt axate pe creșterea extracțiilor metalice, pe îmbunătățirea calității concentratelor, chiar și în cazul prelucrării unor minereuri cu conținuturi mai scăzute și, în special, pe extragerea și valorificarea metalelor secundare conținute în minereuri. În această direcție, în tehnologia de flotație s-au introdus utilaje moderne (celule cu agitație mecanică și subaerație, mori autogene etc.).

Trebuie subliniat interesul ce se manifestă, în continuare, pentru dotarea unităților cu tehnică modernă, factor determinant în ușurarea efortului fizic, în creșterea productivității muncii, toate acestea avînd implicații economice favorabile, care compensează influența negativă a scăderii conținuturilor în minereuri.

O deosebită preocupare se manifestă și pentru introducerea treptată a automatizării, în scopul controlului și realizării producției la nivelul sarcinilor cantitative, calitative și de eficiență, prevăzute în plan.

Desigur, toate eforturile și preocupările noastre converg spre calitate și eficiență. Vom promova în continuare și vom extinde tehnologiile moderne de preparare, vom generaliza experiența înaintată ce o cîștigăm treptat, vom aduce noi îmbunătățiri și modernizări în fluxurile productive, în vederea asigurării unei siguranțe sporite în funcționarea mașinilor.

Un aport însemnat în creșterea productivității muncii l-a avut aplicarea programului de mecanizare a minelor, inclusiv a celui pentru diversificarea producției proprii de utilaj minier. A fost asimilat perforatorul greu, vagonetul-navetă autodescărcător de 9 t, separatorul magnetic în cîmp mediu, extractorul electromagnetic de bandă, instalația pentru încărcarea nitramonului în găurile de mină, căruciorul de perforare cu două brațe în evantai, pentru abataje cu secțiunea liberă de 8 m^2 și altele.

Rezultatul convergent al activității noastre se oglindește și în creșterea productivității muncii, care în anul 1981 a fost de 330 t/om-an, urmînd ca în 1983 să se ridice la 405 t/om-an, iar la nivelul anului 1985 să ajungă la 750 t/om-an, respectiv să se înregistreze o creștere de 227 %.

În acest scop, potrivit indicațiilor conducerii de partid, în fiecare unitate au fost elaborate programe de măsuri care vizează îmbunătățirea factorilor care conduc la creșterea acestui deosebit de important indicator.

Un amplu program de cercetare se desfășoară pe linia valorificării superioare a substanțelor minerale, de extragere a unor substanțe utile din sterilele uzinelor de preparare a minereurilor, de atragere în circuitul economic a unor halde vechi, de reducere a transportului auto prin trecerea la alte mijloace de transport cu consum redus de carburanți, cum sînt sistemele de transport cu benzi, funicularele, de reconstruire a unor trasee de cale ferată industriale, sînt unele din preocupările cercetătorilor și proiectanților institutului nostru pe această linie.

Sînt și cazuri în care pentru a elimina, în totalitate, transportul auto al minereului s-a proiectat și sînt în execuție unele mici instalații de preparare în imediata apropiere a găurilor de mină.

Toate aceste măsuri conduc la creșterea rentabilității unităților noastre și la creșterea beneficiilor și, în acest sens, oamenii muncii din unitățile Centralei minereurilor Deva acționează cu perseverență pentru realizarea programului de dezvoltare, călăuziți de indicațiile secretarului general al partidului, tovarășul Nicolae Ceaușescu, privind valorificarea superioară a resurselor minerale ale țării.

Centrala minereurilor Baia Mare

Valer Gabrian
director general

Realizarea obiectivului fundamental al actualei etape de dezvoltare economică și socială a țării, acela de edificare a societății socialiste multilateral dezvoltate, pe baza prevederilor Programului partidului, este condiționată de o continuă sporire a producției de materii prime minerale, printre care, un loc central îl ocupă și cele din care se obțin metale nobile și neferoase.

Elaborînd și adoptînd continuu, cu clarviziune și consecvență, politica strategică de asigurare cu materii prime, conducerea partidului nostru, personal tovarășul Nicolae Ceaușescu, a pus, încă de mult timp și cu precădere după Congresul al XII-lea și Conferința Națională ale P.C.R., în fața industriei extractive sarcina de a asigura obținerea independenței țării din punctul de vedere al energiei și al principalelor materii prime, încă în acest cincinal.

În contextul creșterii prețurilor la materiile primpe pe piața mondială, se impune o folosire intensivă a resurselor de materii prime de care dispunem, pentru asigurarea, în cea mai mare parte, a necesităților din resurse interne.

Noțiunea de dezvoltare și perfecționare a bazei de materii prime și energetice a țării, în condițiile crizei economice mondiale, capătă un sens mai larg, prin necesitatea de a include în această activitate, atît cercetarea geologică, extracția minieră și prepararea, cît, mai ales, procesul de consum, precum și procesele de valorificare și reciclare a resurselor din obiectele scoase din uz sau a reziduurilor din procesele de producție.

După cum este cunoscut, obiectul activității unităților Centralei minereurilor Baia Mare îl constitue, în principal, exploatarea și prelucrarea minereurilor neferoase, care ocupă o pondere de 89 %, dar în ultimul timp, corelat cu nevoile de materii prime ale economiei, ne-am extins și urmează să ne extindem și mai mult în viitor activitatea pentru alte substanțe utile cum ar fi: minereuri de fier și mangan, barită, sulf, dispunînd, în prezent, de un potențial însemnat de rezerve care pot asigura, în condiții optime, capacitățile de producție planificate.

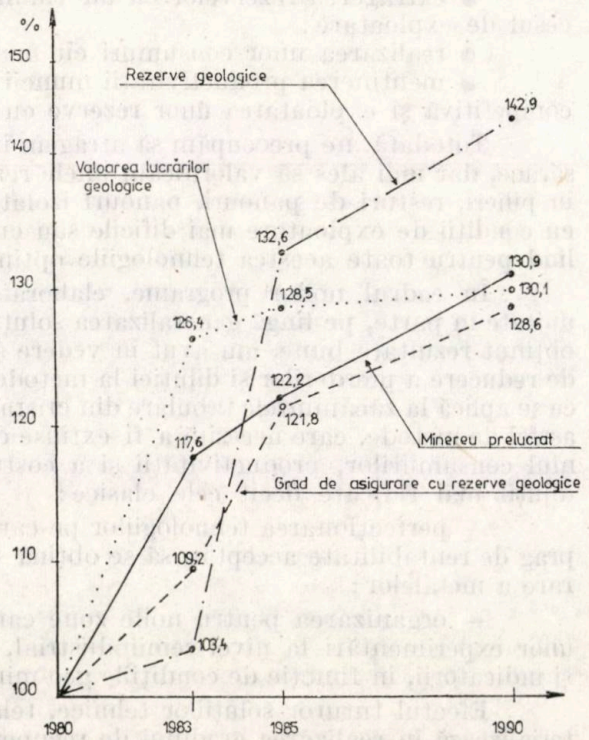


Fig. 10. Evoluția bazei de materii prime neferoase.

Răspunzînd prevederilor programului privind valorificarea superioară și dezvoltarea bazei de materii prime minerale și energetice primare, s-au elaborat programe complexe de cercetări geologice, atît în perimetrele sistematizate, cît și în cele adiacente, care prevăd creșteri substanțiale ale volumelor de rezerve în cincinalul actual și în perspectiva anului 1990.

Printr-o concepție modernă de cercetare geologică, o organizare corespunzătoare a activității și prin preocupări susținute în realizarea unor viteze de înaintare, corelate cu sarcinile de plan, alocînd continuu mijloacele de producție și forțele de muncă necesare realizării și depășirii prevederilor din programele de cercetare geologice, unitățile centralei au reușit să mențină un grad corespunzător de asigurare cu rezerve geologice — condiție indispensabilă pentru sporirea producției de minereuri.

Rezultatele de pînă în prezent ne dau certitudinea că ceea ce ne-am propus vom și realiza, asigurînd și o creștere a eficienței cercetării geologice cu peste 10 %.

Specificație	1980	1983	1985	1990
MINEREURI POLIMETALICE				
- plumb	81,8	86,5	86,7	88
- zinc	79,3	79,7	81	85
- cupru	77,3	90,3	90,5	91
MINEREURI CUPRIFERE				
— cupru	74,5	89	90	91

Fig. 11. Evoluția gradului de recuperare a metalelor din minereuri neferoase, în procente.

Legat de valorificarea bazei de materii prime, se vor intensifica lucrările de investiții destinate atragerii în circuitul economic a unor perimetre noi : zăcămîntul de fier-mangan de la Răzoare — Tg. Lăpuș, zăcămintele de minereuri complexe și cuprifere de la Măcîrlău, Valea Colbului, Novăț Novicior, Cisma, Țibleș, Pîrîul Cîinelui, Pîrîul Fagului, Valea Bleznei, Făget etc. Pentru asigurarea unui asemenea program, în perspectivă, este prevăzută asigurarea bazei tehnice și tehnologice la dispoziția unităților centralei, care se materializează în : utilaje de forare, perforare, încărcare mecanică în galerii și puțuri, pompe și ventilatoare, combine pentru roci slabe, aparatură de măsură și control.

Complexitatea execuției acestor lucrări va crește de la an la an, determinat de condițiile tectonice și geo-miniere tot mai grele în care sînt amplasate. Pentru soluționarea problemelor dificile de ordin tehnic și tehnologic, este necesară o susținută muncă de cercetare, prin care să se realizeze o eficiență sporită a acestor lucrări.

În paralel cu acțiunile pentru creșterea și diversificarea bazei de materii prime, se impune o gospodărire a rezervelor geologice, astfel încît pierderile de metale în procesul de valorificare să fie reduse la minimum.

Pe linia valorificării rezervelor de care dispunem, efortul specialiștilor din unități și centrală s-a îndreptat, în principal, spre stabilirea, experimentarea și aplicarea unor tehnologii care să asigure simultan rezolvarea a trei deziderate :

- extragerea rezervelor cu un volum minim de pierderi în pilieri și în procesul de exploatare;
- realizarea unor consumuri cît mai mici de materiale și energie;
- menținerea productivității muncii la un nivel cît mai ridicat, care să facă competitivă și exploatarea unor rezerve cu conținuturi mai reduse.

Totodată, ne preocupăm să atragem în circuitul economic noi zăcăminte mai sărace, dar mai ales să valorificăm unele rezerve din zăcăminte active ce se găsesc în pilieri, resturi de panouri, panouri izolate, ramuri ale filoanelor principale, zone cu condiții de exploatare mai dificile sau cu minereuri mai greu preparabile, stabilind pentru toate acestea tehnologiile optime de lucru.

În cadrul noilor programe, elaborate pentru condițiile concrete din fiecare unitate în parte, pe lîngă generalizarea soluțiilor tehnice și tehnologice prin care s-au obținut rezultate bune, am avut în vedere și unele aspecte privind stabilirea căilor de reducere a pierderilor și diluției la metodele de exploatare de mare productivitate ce se aplică la zăcămintele tabulare din cristalin, cunoscut fiind faptul că, în general, astfel de metode, care necesită a fi extinse datorită indicatorilor favorabili în domeniul consumurilor, productivității și a costurilor, sînt totuși metode cu pierderi și diluții mai ridicate decît cele clasice :

— perfecționarea tehnologiilor pe care le aplicăm astfel încît, în cadrul unui prag de rentabilitate acceptat, să se obțină sporuri sensibile ale gradului de recuperare a metalelor;

— organizarea pentru noile zone care urmează să fie date în exploatare, a unor experimentări la nivel semiindustrial, prin care să se stabilească capacitățile și indicatorii, în funcție de condițiile geo-miniere date.

Efectul tuturor soluțiilor tehnice, tehnologice și organizatorice luate, se materializează în realizarea gradului de recuperarea stabilit în documentațiile tehnico-economice pentru fiecare zăcămînt. La cele 13 unități miniere, pe o perioadă de 5 ani consecutivi, ne-am încadrat în gradul de valorificare prevăzut, în condițiile în care și pe centrală indicatorii au fost realizați.

Pentru viitor, sînt prevăzute creșteri însemnate a gradului de recuperare a rezervelor de metal din zăcăminte, față de realizările obținute pînă în prezent.

În vederea atingerii acestor niveluri este necesară o conjugare a eforturilor specialiștilor privind soluțiile tehnice și tehnologice cu respectarea riguroasă, la nivelul fiecărui loc de muncă, a disciplinei tehnologice, întărind activitatea de îndrumare, conducere și control de calitate a producției.

O altă cale de acționare în cadrul centralei noastre, privind creșterea gradului de valorificare a metalelor,o constituie intensificarea recuperării metalelor din resurse secundare de materii prime, specifice activității miniere și metalurgice. Astfel, în anul 1982 și în primele 6 luni ale anului 1983, unitățile centralei au atras în circuitul economic importante cantități de metale din zguri, cenuși, rambleuri vechi, halde, minereuri preluate din lucrări de cercetare.

În această direcție sînt încă importante probleme de soluționat, la nivel de cercetare și producție industrială, privind valorificarea zgurilor neferoase de la Firiza, cît și recuperarea metalelor din apele de mină și din sterile de preparare, pentru care avem deja în funcțiune instalații experimentale.

Minereurile scoase din subteran cu eforturi tehnice, financiare și de muncă deosebite, trebuie gospodărite, din ce în ce mai bine, de către uzinele de preparare, astfel încît să se obțină, atît o valorificare superioară a metalelor din substanțele minerale utile, cît și o calitate la nivelul celor impuse de procesele tehnologice existente în metalurgie.

Obținerea simultană a celor două deziderate, în condițiile în care conținuturile au tendința naturală de reducere treptată, a fost posibilă numai printr-o perfecționare continuă a tehnologiilor de fabricație, axate, în principal, pe următoarele direcții prioritare :

— îmbunătățirea extracției în metale ;
— creșterea productivității instalațiilor ;
— îmbunătățirea calității produselor.

Creșterea productivității instalațiilor s-a realizat, în principal, prin creșterea capacității fazelor de măcinare-flotație pe aceleași suprafețe industriale, în care sens cele mai semnificative rezultate s-au obținut la E. P. Flotația centrală, Rodna și E. P. Săsar.

Introducerea și extinderea măcinării autogene, pe lîngă faptul că a dus la creșterea capacității de prelucrare pe aceleași suprafețe de producție cu circa 230 %, a redus consumul de energie cu 10 kW/t și s-au obținut importante diminuări ale costurilor de producție.

Paralel cu modernizarea utilajelor de măcinare, acțiunea s-a extins și la utilajele de flotație prin transformarea acestora din celule mecanice cu autoaerație cu celule pneumomecanice, reușindu-se astfel să se coreleze faza de concentrare cu capacitățile noi de măcinare.

Odată cu modernizarea utilajelor de măcinare și flotație, s-a acționat și asupra îmbunătățirii pieselor de rezervă prin înlocuirea elementelor metalice cu piese din cauciuc și plastdurom. Numai la nivelul anului 1982 s-au economisit 220 t de oțel manganos, respectiv 2,5 mil lei, pe seama utilizării deșeurilor din cauciuc la căptușirea morilor de măcinare.

SPECIFICAȚIE	CAPACITATE REALIZATĂ (t/24 ore)		%
	Înainte de modernizare	După modernizare	de creștere
FLOTAȚIA CENTRALĂ din care pentru minereu:			
- CAVNIC	650	1336	205,5
- HERJA	657	1315	200,2
- ȘUIOR	571	1160	203,2
RODNA	670	1212	180,9
BAIA BORȘA pentru min. Gura Băii	490	1100	224,5

Fig. 12. Influența modernizării utilajelor de măcinare asupra capacităților de producție existente.

Pentru realizarea sarcinilor privind creșterea gradului de recuperare a metalelor, s-au elaborat programe concrete care vizează, printre altele, continuarea acțiunilor de cercetare pentru stabilirea unor tehnologii îmbunătățite de prelucrare a minereurilor greu preparabile și a unor tehnologii de recuperare a Pb și Zn din minereuri cuprinfere, perfecționarea în continuare a tehnologiilor de flotație, aplicarea unor noi procedee de desorbție și separare a concentratelor colective, dezvoltarea unor acțiuni pentru perfecționarea controlului proceselor tehnologice, asigurarea unor supravegheri mai calificate a circuitelor tehnologice pentru reducerea pierderilor în pirite și steril. Un rol cu totul deosebit în soluționarea problematicii complexe privind realizarea sarcinilor din Programul adoptat la Conferința Națională a

P.C.R., revine cercetării care va trebui să se orienteze spre găsirea celor mai adecvate soluții tehnice, tehnologice și organizatorice, în măsură să asigure un grad înalt de recuperare și valorificare a substanțelor minerale utile, extinderea numărului de metale însoțitoare valorificate și mărirea gradului de valorificare a acestora, creșterea productivității muncii în toate fazele procesului de producție, reducerea consumurilor specifice de energie, combustibil și alte materiale, asigurarea unor condiții corespunzătoare pentru securitatea zăcămintelor și a muncii, precum și protecția mediului ambiant.

Dintre obiectivele menționate pot fi considerate, ca prioritare prin consecințele lor, următoarele:

- studierea unor noi sisteme de deschidere și pregătire a zăcămintelor și a orizonturilor productive, care să reducă volumul lucrărilor miniere, să permită aplicarea unor tehnologii de mare productivitate în toate fazele exploatării, bazate pe folosirea utilajelor de mare capacitate;
- introducerea unor tehnologii de săpare rapidă a lucrărilor miniere orizontale, în vederea sporirii substanțiale a vitezelor de săpare și a productivității muncii;
- extinderea lucrărilor miniere înclinate cu platforme de săpare și a instalațiilor de forat găuri lungi paralele;
- elaborarea unor metode și tehnologii de susținere a lucrărilor miniere bazate pe studii fundamentale de mecanica rocilor, care să asigure stabilitatea în timp a lucrărilor și consum redus de materiale;
- elaborarea unor metode de exploatare specifice zăcămintelor tabulare de minereuri, care să permită folosirea în toate fazele procesului tehnologic, a utilajelor de mare capacitate;
- elaborarea unor noi metode de exploatare pentru recuperarea rezervelor din pilieri, panouri izolate, zone vechi de rambleu, zone cu condiții geo-miniere dificile;
- conceperarea și diversificarea unor utilaje, instalații și echipamente de lucru, cu un înalt grad de fiabilitate etc.

Centrala noastră a încheiat bilanțul primelor 6 luni ale acestui an cu realizări însemnate la principalii indicatori ai producției.

Astfel, înregistrăm un spor al producției nete de 4,9 %, concomitent cu depășirea producției marfă cu 2,6 %, reprezentînd produse miniere cu o valoare de peste 50 mil. lei. Totodată și indicatorii de eficiență au o corelație corespunzătoare, înregistrînd cheltuieli totale la 1 000 lei producție marfă în proporție de 98,8 %, iar cheltuielile materiale la 1 000 lei producție sînt de 96,6 %.

La realizările prezentate mai sus și-au adus contribuția cei peste 38 000 de oameni ai muncii, mineri, preparatori, specialiști, cu remarca pentru rezultate mai deosebite pentru colectivele E. M. Cavnic, E. M. Nistru, E. M. Săsar, E. M. Herja, E. M. Ilba, E. M. Băiuț și C. M. Suceava.

Conștienți de importanța deosebită a activității lor pentru asigurarea economiei naționale cu cît mai multe metale neferoase, toți oamenii muncii din centrală și unitățile aparținătoare vor depune eforturi susținute în vederea realizării exemplare a sarcinilor ce rezultă din programele de măsuri stabilite cu ocazia trecerii la noul sistem de lucru în industria minieră. Întregul nostru colectiv este hotărît ca printr-o puternică mobilizare să asigure depășirea planului la producția marfă pe acest an cu cel puțin 80 mil. lei, aducîndu-și în acest fel contribuția la realizarea sarcinilor trasate de secretarul general al partidului de a se realiza suplimentar, față de prevederile pe acest an, o producție de 12 miliarde lei.

Valorificarea concentratelor molibdenitice prin tehnologii combinate

Chim. **St. Renţ**, tehn. **Gh. Sarossy**
I.C.P.M.N. Baia Mare

I. Consideraţii generale

Tehnologiile actuale existente pe plan mondial pentru valorificarea concentratelor molibdenitice necondiţionate pot fi sintetizate astfel.

a. Procedeu de prelucrare pirometalurgică a materiei prime iniţiale la molibdat de calciu tehnic prin şarjare cu oxid de calciu sau prin volatilizarea trioxidului de molibden.

b. Procedeu bazat pe topirea concentratelor necondiţionate iniţiale sau prăjite cu adaos de săruri ale metalelor alcaline, alcalino-pămîntoase şi a oxidanţilor.

c. Procedeu de oxidare-solubilizare hidroelectrometalurgică a molibdenului direct din concentratul molibdenitic necondiţionat sau minereu.

d. O serie de alte procedee de solubilizare acidă a materiei prime nu sînt recomandabile din cauza solubilizării unei părţi din gangă.

Pe plan naţional există orientări de cercetare, distincte ca materializare tehnologică, pentru valorificarea concentratelor molibdenitice indigene în cadrul I.A.M.N. Bucureşti, I.C.I.T.P.L.C.I.M Deva şi I.C.P.M.N. Baia Mare.

În anul 1977 consumul de molibden în U.R.S.S. şi R. P. Chineză a fost evaluat la 81 780 t, iar în S.U.A. şi Europa Occidentală la 24 840 t, respectiv 30 885 t.

Consumul de molibden în diferite ramuri ale economiei S.U.A., respectiv U.R.S.S., evidenţiază faptul că principalul domeniu de utilizare al molibdenului îl reprezintă elaborarea oţelurilor aliate cu molibden (60% din producţia mondială).

II. Experimentări

În cursul anilor 1979—1980, Institutul de cercetări şi proiectări pentru minereuri neferoase Baia Mare s-a preocupat de valorificarea, prin tehnologii combinate, a concentratelor molibdenitice necondiţionate (sărace) obţinute prin tehnologii de preparare a unui minereu de molibden şi pămînturi rare.

Fluxul tehnologic preconizat pentru realizarea scopului propus este detaliat în figura 1.

1. *Materia primă*

În tabelul 1 se redă compoziţia chimică a materiei prime de prelucrat.

Analizele mineralogice efectuate evidenţiază participarea în alcătuirea materiei prime a mineralelor metalice şi de gangă.

Dintre mineralele metalice (molibdenit, galenit, sfalerit, calcopirită, pirită, oxizi de titan, sulfuri secundare de cupru), molibdenitul este prezent sub formă de foiţe cu dimensiuni cuprinse între 0,16 şi 0,02 mm, diametrul mediu fiind de circa 0,04 mm.

Granulele de molibdenit sînt predominant libere (89%) şi subordonat concrescute cu ganga (11%); fineţea de măcinare reprezintă 90—93%, clasa — 0,08 mm.

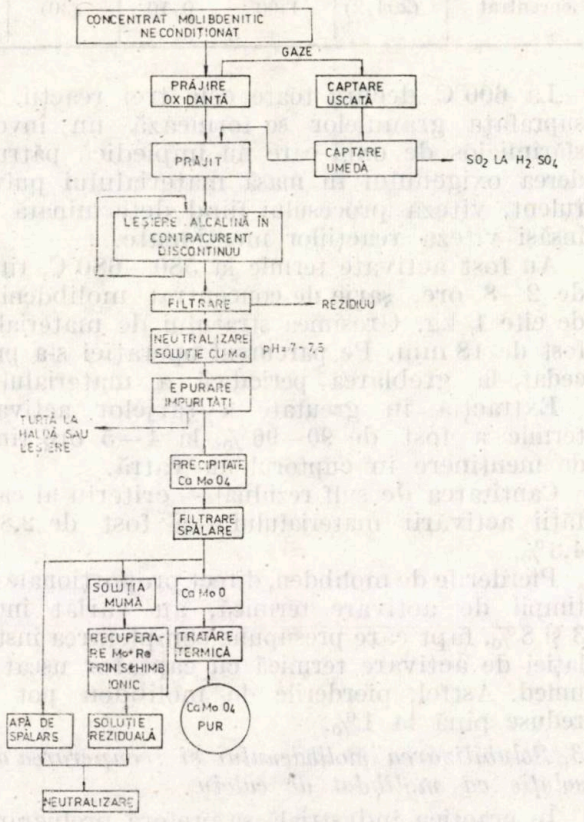


Fig. 1

2. *Activarea termică a materiei prime*

Activitatea termică în condiţii moderat sau puternic oxidante constituie una dintre fazele tehnologice de bază a procedeelor de prelucrare a concentratelor molibdenitice necondiţionate.

Modul în care este realizată experimental activarea termică poate să favorizeze sau nu supraîncălzirile locale produse la suprafaţa granulelor de molibdenit şi de sulfuri în general, fapt care determină, implicit, pierderi de molibden prin volatilizare sub formă de trioxid de molibden.

Reacţiile principale ale acestei faze sînt:

$$MoS_2 + 3{,}5O_2 = MoO_3 + 2SO_2 + 266\ Kcal \quad (1)$$

$$MoS_2 + 6MoO_3 = 7\,MoO_2 + 2SO_2 \quad (2)$$

$$MoO_2 + 0{,}5\,O_2 = MoO_3 \quad (3)$$

Tabelul 1

Analiza chimică a concentratului molibdenitic

Probă	Elemente, % (g/t)															
	Mo	St	SiO_2	Fe	Cd	Co	In	Mn	Al_2O_3	As	CaO	Cu	Pb	Zn	Sb	Au
Concentrat	15—20	24	19,6	2,70	0,008	0,002	sld	sld	1,37	sld	2,40	0,17	4,36	0,40	sld	(0,8)

Probă	Elemente, % (g/t)											
	Ag	MgO	Ti	V	W	Tl	Ni	SO_4	Bi	Re	Sn	TR_2O_2
Concentrat	(204,2)	1,00	0,10	(30)	0,015	sld	sld	0,99	0,096	sld	p	0,02

La 600°C decurg toate cele trei reacţii. Pe suprafaţa granulelor se formează un înveliş sfărîmicios de oxid care nu împiedică pătrunderea oxigenului în masa materialului pulverulent, viteza procesului fiind determinată de însăşi viteza reacţiilor menţionate.

Au fost activate termic la 580—680°C, timp de 2—8 ore, şarje de concentrat molibdenitic de cîte 1 kg. Grosimea stratului de material a fost de 18 mm. Pe parcursul operaţiei s-a procedat la greblarea periodică a materialului.

Extracţia în greutate a şarjelor activate termic a fost de 90—96%, la 4—5 ore timp de menţinere în cuptorul cu vatră.

Cantitatea de sulf rezidual — criteriu al calităţii activării materialului — a fost de 2,8—4,8%.

Pierderile de molibden, direct proporţionale cu timpii de activare termică, au variat între 3 şi 8%, fapt care presupune completarea instalaţiei de activare termică cu captator uscat şi umed. Astfel, pierderile de molibden pot fi reduse pînă la 1%.

3. Solubilizarea molibdenului şi recuperarea din soluţie ca molibdat de calciu

În practica industrială se preferă prelucrarea subproduselor molibdenitice activate termic prin utilizarea solubilizării alcaline. Leşierea cu carbonat de sodiu prezintă avantaje constînd dintr-un preţ de cost al reactivului scăzut, din posibilitatea obţinerii unor randamente de dizolvare ridicate, indiferent de conţinutul de molibden, şi din utilizarea unei aparaturi din oţel, lipsită de protecţie anticorozivă.

Cinetica solubilizării cu soluţii de Na_2CO_3 a impus şi treapta a III-a de solubilizare, astfel încît randamentul final de dizolvare a crescut pînă la 98%, fapt care semnifică valori de participare ale molibdenului în reziduu de 0,4—0,6%.

Lipsa cuprului din soluţia cu conţinut de molibden elimină faza de purificare a acestui element; nu a fost necesară nici purificarea de ceilalţi impurificatori specifici — P, As, Sb, Pb etc.

Influenţa concentraţiei carbonatului de sodiu s-a dovedit practic neesenţială asupra randamentului de solubilizare. Acest detaliu capătă importanţă în practica industrială, cînd pentru atingerea unui randament de extracţie al molibdenului, cît mai mare posibil, poate fi utilizată orice concentraţie a reactivului de solubilizare în cadrul ciclului de leşiere.

Foarte importantă este stabilirea cantităţii minim necesară de sodă. Cu cît cantitatea de molibdaţi în şarja activată termic este mai mare, cu atît va creşte necesarul de sodă din soluţia de leşiere.

Conţinutul de cupru în soluţie este cu atît mai mare cu cît este mai mare cantitatea de sulfat de cupru ce intră în reacţie cu Na_2CO_3, formînd sarea carbonato-hidroxicupriferă. Solubilizarea cuprului creşte direct proporţional cu mărirea concentraţiei de sodă şi a temperaturii de leşiere.

Sînt cunoscute metode aplicate industrial pentru purificarea cuprului din soluţii molibdenitice.

În tabelele 2 şi 3 se redau detaliat randamentele de solubilizare ale molibdenului, funcţie de compoziţia concentratului molibdenitic, de timpul de activare termică şi de raportul S : L la dizolvarea alcalină, respectiv calitatea reziduului obţinut după solubilizarea alcalină a şarjei activate termic.

Tabelul 2

Randamentele de solubilizare ale molibdenului la leşierea cu Na_2CO_3 a şarjei activate termic

Probă activată termic	S : L la leşire	Randament solubilizare Mo, % analizat	Randament solubilizare Mo, % recalculat
2 ore	1 : 3	73,24	76,64
4 ore		87,79	87,96
5 ore		93,55	94,97
6 ore		93,78	93,79
8 ore		94,63	95,45

Tabelul 3

Calitatea reziduului obținut după solubilizarea alcalină a șarjei activate termic

Timp activare termică, h	Extracția în greutate reziduu, %	Conținuturi analizate, % (g/t)								Molibden în reziduu
		Mo	$\frac{S}{SO_4}$	Cu	Pb	Zn	SiO_2	Au	Ag	
5	63,58	0,61	$\frac{1,99}{0,86}$	0,25	9,47	0,6	23,2	(1,3)	(410)	1,72

Soluția molibdenică este neutralizată de la pH = 8,5—11,5 (exces de Na_2CO_3) cu șarjă de concentrat molibdenitic activat termic pînă la un pH = 6,8—7,5. Recuperarea molibdenului din soluția molibdenică se realizează în condițiile următoare :

— pH = 6,8—7,5 ;

— concentrația soluției $CaCl_2$ = 350—500 g/l ;

— temperatura = 90—100°C ;

— durata de lesiere = 1 oră (după precipitare).

Calitatea molibdatului de calciu — produs molibdenic finit — este detaliată după cum urmează : Mo = 46,21—46,40%; Ca = 18,40 — 18,70 %; SO_4^{2-} = 0,12—0,13 %; Fe = $5 \cdot 10^{-3}$ — -10^{-2} %; Si = 10^{-3}—$5 \cdot 10^{-3}$ %, Ni = $5 \cdot 10^{-3}$ %; W = $5 \cdot 10^{-2}$ %; Na = $5 \cdot 10^{-2}$ %; K < 1%; Mg = $= 5 \cdot 10^{-3}$—10^{-2} %; As ≤ 10^{-3} %; P < $5 \cdot 10^{-2}$ %; Al < 10^{-3} %; Cr < 5—10^{-3} %; Mn = 10^{-3} %.

Calitatea obținută este competitivă cu molibdenatul de calciu marca MDK — 1 sovietic, cu conținut de Mo ≥ 44%, S ≤ 0,2%, P ≤ 0,1%, Ca ≤ 22%.

Randamentul final de recuperare al molibdenului din concentrate molibdenitice necondiționate sub forma molibdatului de calciu este de 88,4—90%.

Concluzii

Necesitățile economiei naționale actuale impun atragerea în circuitul economic a noi rezerve de materii prime și valorificarea complexă a elementelor utile conținute.

Subprodusele molibdenitice necondiționate cu 8—20% Mo pot fi valorificate prin tehnologii combinate prin recuperarea molibdenului sub forma unei game diverse de produse molibdenice : molibdat de calciu, paramolibdat de amoniu, molibdat de sodiu sau trioxid de molibden, funcție de cererea la un moment dat a economiei noastre naționale.

Randamentul final de extracție a fost determinat la 66,07% (74,74% — randamentul de extracție al preparării și 88% — randamentul de extracție prin tehnologii chimice).

Bibliografie

[1] * * * *Încercări de definitivare a fluxului tehnologic de preparare a minereului de molibden și terre rare de la Jolotca—Ditrău* I.C.P.M.N. Baia Mare, 1980.

[2] * * * *Manualul inginerului metalurg*, vol. I. Ed. tehnică, București, 1978.

[3] O p r e a, F l. *Teoria proceselor metalurgice*. Ed. didactică și pedagogică, București, 1966.

[4] Z e l i k m a n, A. N. *Molibden*. Metalurghia, Moscova, 1970.

Procedee de aeraj pentru lichidarea acumulărilor de metan din lucrările miniere

Dr. ing. **I. Matei**
dr. ing. **Florica Băltăreţu**
C.C.S.M. Petroșani

I. Considerații generale

Metanul, această entitate care însoțește viața mineritului de cărbune de pretutindeni, a constituit, de-a lungul timpului, principalul pericol, cauza marilor catastrofe, obiectul preocupărilor majore în cercetarea și dobîndirea măsurilor superioare de securitate.

Dacă secole întregi, exploatarea cărbunilor s-a făcut în condițiile unei acceptiuni resemnate a riscului cauzat de prezența gazului metan, perioadele recente se caracterizează prin cercetări dirijate, de mare amploare și cu un înalt conținut științific.

În toată lumea, cercetările ce se efectuează în scopul cunoașterii elementelor legate de apariția și prevenirea pericolului provocat de gazul metan demonstrează că nici un preț nu este prea mare pentru a răsplăti cuceririle în stăpînirea și controlul securității muncii în subteran.

Dealtfel, gradul de civilizaţie şi de umanitarism al unei ţări se măsoară astăzi şi după grija acordată acţiunii de asigurare a condiţiilor optime de lucru şi de prevenire a accidentelor de muncă.

II. Diluţia metanului în condiţiile aerajului parţial

După cum este cunoscut, în regimul laminar de curgere a aerului diluţia şi evacuarea metanului se produc foarte lent, spre deosebire de regimul turbulent în care aceste procese sînt mult accelerate.

În ambele situaţii însă, deşi se asigură condiţia de diluţie a acestui gaz prin corelarea debitului de aer cu degajarea absolută de metan, este posibilă totuşi stratificarea metanului. Această stratificare se datorează, în principal, mărimii insuficiente a vitezei de curgere a aerului la tavanul lucrărilor miniere, în raport cu diferite surse punctiforme de emisie a metanului.

De asemenea, stratificări de metan, respectiv acumulări de metan în profilul lucrărilor miniere, se pot produce în condiţiile creşterii emisiei de metan peste capacitatea de diluţie a aerajului sau, la limită, în condiţiile stagnării acestuia.

În oricare lucrare minieră în fund de sac se poate întîlni fiecare din situaţiile mai sus-menţionate sau o combinaţie a acestora, avînd în vedere vitezele de curgere a aerului relativ scăzute, neuniformitatea degajării de metan, precum şi autonomia funcţionării instalaţiilor de aeraj parţial faţă de instalaţiile principale de ventilaţie.

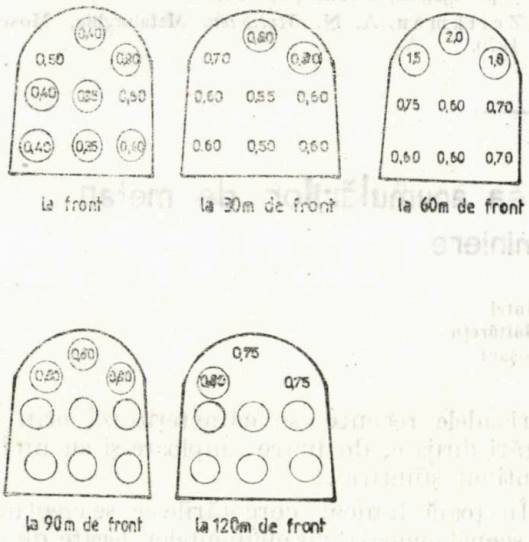


Fig. 1

Consecinţa directă a acestor cauze o constituie distribuţia neuniformă în spaţiu şi timp a concentraţiilor de metan din lucrarea minieră în fund de sac (fig. 1). Din acest motiv, noţiunea de concentraţie medie într-o secţiune transversală a lucrării este insuficientă pentru a caracteriza starea de securitate, fapt pentru care este recomandat controlul metanului pe întreaga lungime a lucrării miniere.

În figura 2 este redată distribuţia posibilă a concentraţiilor de metan, funcţie de lungimea lucrării miniere. Curba I arată majorarea continuă a concentraţiei de metan de la front spre gura lucrării miniere, iar curba II evidenţiază un maxim al concentraţiei de metan pe traseu şi reducerea acestei concentraţii spre gura lucrării miniere.

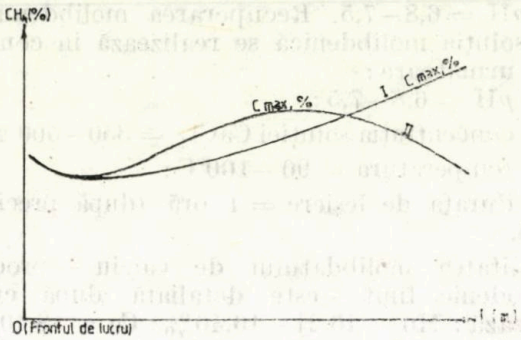


Fig. 2

Legea de distribuţie a concentraţiei de metan, funcţie de lungimea lucrării miniere în secţiunea acesteia sau în coloana de aeraj, depinde în principal de :

— dinamica emisiei de metan din sursele principale (frontul de lucru şi pereţii lucrării);

— variaţia debitului de aer;

— direcţia de mişcare a curentului de aer în lucrare.

Din cele de mai sus, rezultă că pentru prevenirea stratificării metanului, măsura principală o constituie stabilirea corectă a debitului absolut de metan şi reactualizarea periodică a acestuia, ţinînd seama şi de distribuţia concentraţiilor de metan în lucrarea minieră.

Pentru lichidarea pînzelor rezultate din stratificarea metanului, măsura de bază rămîne, în continuare, mărirea locală a vitezei curenţilor de aer.

III. Procedee de aeraj pentru lichidarea acumulărilor de metan din lucrările miniere în fund de sac

Situaţiile care pot fi întîlnite şi care reclamă procedee speciale pentru lichidarea acumulărilor de metan (cu concentraţii mai mari de 2% în profil) pot fi categorisite după cum urmează :

— redeschideri de lucrări miniere în fund de sac, neechipate cu instalaţii de aeraj parţial;

— creşteri importante ale degajării de metan sau oprirea ventilatoarelor de aeraj parţial în lucrările miniere în fund de sac active (stare de avarie).

Se apreciază că pentru lichidarea acumulărilor de metan din lucrările în redeschidere, este indicat procedeul refulant cu creșterea consecutivă a lungimii coloanei de aeraj și evacuarea dirijată a metanului, începînd de la gura lucrării (fig. 3).

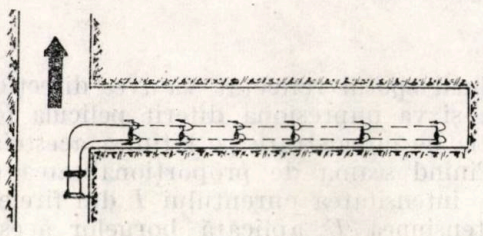


Fig. 3

Evacuarea dirijată se poate realiza prin reglarea debitului de aer astfel încît concentrația de metan din curentul de aer evacuat din lucrare să nu depășească 2%, iar concentrația din lucrarea minieră aflată sub depresiunea ventilatoarelor principale să nu depășească 1% CH_4.

În cea de-a doua situație, eliminarea acumulării de metan se poate efectua, fie acționîndu-se de la frontul de lucru, fie începînd de la gura lucrării miniere în fund de sac, respectiv cu vehicularea aerului proaspăt direct pînă în front sau progresiv de la racordul lucrării miniere în fund de sac.

În cazul primului procedeu se poate aplica una din următoarele metode:

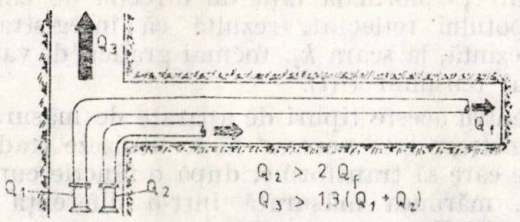


Fig. 4

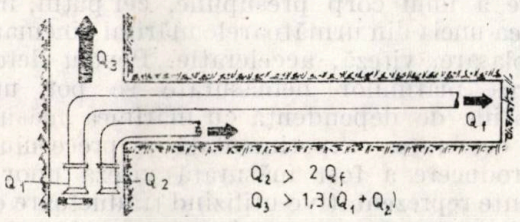


Fig. 5

- funcționarea cu intermitență a instalației de aeraj parțial (cuplarea și decuplarea energiei) (fig. 4);
- funcționarea instalației de aeraj parțial cu debit redus, prin obturarea gurii de aspirație a ventilatorului (fig. 5);
- funcționarea instalației de aeraj parțial în regim normal și coloana de aeraj prevăzută cu dispozitiv Bruyet (fig. 6).

Pentru primele două metode, este necesară montarea unei instalații de aeraj parțial, cu coloană scurtă, în scopul evacuării controlate a metanului din lucrarea minieră în fund de sac ($< 2\%\ CH_4$).

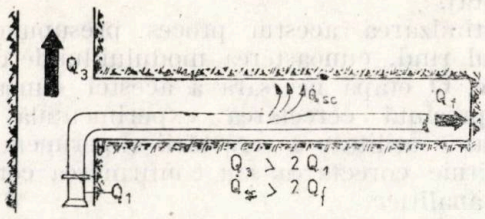


Fig. 6

În cazul celui de-al doilea procedeu, se poate aplica întreruperea treptată a coloanei de aeraj, începînd de la gura lucrării miniere, metodă descrisă anterior (fig. 3).

Raportul debitelor de aer necesare a fi vehiculate în front și la ventilatoare, redate în schemele de principiu, vizează menținerea concentrațiilor de metan la valori de maximum 2% la evacuarea aerului din lucrarea minieră în fund de sac și maximum 1% în curentul de aer aflat sub depresiunea generală a instalațiilor principale de ventilație.

Avînd în vedere simplitatea și securitatea superioară pentru personalul care efectuează lichidarea acumulării, se recomandă utilizarea metodei cu funcționarea instalației de aeraj parțial cu debit redus sau a metodei cu funcționare în regim normal cu dispozitiv Bruyet.

În toate cazurile, indiferent de metoda care se aplică, lichidarea unei acumulări de metan trebuie să se efectueze pe baza unui program de lucru care să cuprindă schema metodei, punctele de control ale debitelor de aer și ale concentrațiilor de metan, periodicitatea măsurătorilor, precum și măsurile de securitate privind energia electrică și prezența personalului pe traseul de evacuare a metanului.

Cercetarea experimentală a procesului de introducere a materialului tubular în sondă (I)

Dr. ing. **N. Calotă**
Institutul de petrol și gaze Ploiești

I. Introducere

Obiectivul central al cercetării procesului de introducere a materialului tubular în sondă constă în reducerea timpului total necesar efectuării acestuia, fără însă a se produce accidente de foraj.

Optimizarea acestui proces presupune, în primul rînd, cunoașterea modului lui de desfășurare. O etapă necesară a acestei cunoașteri o reprezintă cercetarea experimentală.

O altă utilitate a cercetării experimentale o constituie corectarea sau confirmarea cercetărilor analitice.

De asemenea, cercetarea experimentală oferă date pentru a se putea aprecia oportunitatea fie numai a unui studiu analitic a dinamicii rigidului, fie numai a unui calcul elastodinamic, fie a ambelor.

În sfîrșit, cercetarea experimentală aduce o informație prețioasă asupra acelor etape, ale procesului, care sînt potențial periculoase și a căror desfășurare necoresunzătoare conduce la avarii.

II. Metode de măsurare și înregistrare a variației mărimilor cinematice și dinamice

Metodele de măsurare a mărimilor cinematice și dinamice sînt numeroase. Oricare dintre acestea presupune existența a două elemente: traductorul și aparatul de măsură și înregistrare. Tipul aparatului de măsură cere, cu necesitate, numai o anumită categorie de traductoare.

Datorită inerției neglijabile pe care o au în transportul informației, în cercetările experimentale au fost utilizate aparate de măsură și înregistrare de tipul unor oscilografe cu galvanometri (N—102 cu înregistrare pe peliculă foto, Honeywell 2208A002 cu înregistrare pe hîrtie sensibilizată în ultraviolet).

Elementul esențial al acestor oscilografe îl reprezintă galvanometrul cu oglindă, care constă dintr-o buclă metalică pe care este fixată o mică oglindă. Bucla cu oglindă se află între polii NS ai unui magnet permanent. Dacă aplicăm o tensiune $U(t)$ la capetele firului buclei, din cauza acțiunii forței electromagnetice asupra celor două laturi ale buclei, aceasta își va modifica poziția, producînd o rotire a oglinzii. Deoarece pe oglindă este focalizat un spot luminos incident de direcție constantă, atunci la rotirea oglinzii spotul reflectat va avea direcție variabilă și va impresiona diferit pelicula foto sau hîrtia de înregistrare pe lățimea acesteia.

Ținînd seama de proporționalitatea dintre:

— intensitatea curentului I din firele buclei și tensiunea U aplicată bornelor acesteia;

— forța electromagnetică F_{el} și intensitatea curentului I;

— rotirea oglinzii γ și forța electromagentică F_{el};

și acceptînd egalitatea lungimii corzii cu cea a arcului (pentru unghiuri γ reduse), rezultă o dependență a tensiunii U de poziția spotului luminos pe lățimea suportului de înregistrare δ sub forma:

$$U(t) = k_g \cdot \delta(t), \qquad (1)$$

în care k_g este o constantă de proporționalitate, a cărei valoare este dependentă de tipul constructiv al galvanometrului utilizat.

Luînd în considerare și faptul că suportul înregistrării se deplasează cu viteză constantă, în direcție normală față de direcția de baleaj a spotului reflectat, rezultă că înregistrarea reprezintă, la scara k_g, tocmai graficul de variație al tensiunii $U(t)$.

Pentru aceste tipuri de aparate de măsură și înregistrare este necesar să se utilizeze traductoare care să transforme, după o funcție cunoscută, mărimea măsurată într-o diferență de potențial $U(t)$.

Determinarea experimentală a stării de mișcare a unui corp presupune, cel puțin, măsurarea uneia din următoarele mărimi cinematice: deplasare, viteză, accelerație. Pentru determinarea mărimilor nemăsurate se pot utiliza relațiile de dependență cu mărimea măsurată. În cercetarea experimentală a procesului de introducere a fost măsurată viteza unor elemente reprezentative utilizînd traductoare energetice (alternatoare, traductoare cu impulsuri). Aceste traductoare oferă, la bornele de ieșire, o tensiune (continuă sau alternativă) proporțională cu viteza unghiulară a rotorului lor, aceasta din urmă fiind proporțională cu viteza liniară sau unghiulară măsurată.

Pentru determinarea experimentală a stărilor de eforturi, a fost utilizată metoda tensometriei electrice rezistive [1]. La această metodă, defomația locală, în zona de măsurare a stării de eforturi, conduce la variația rezistenței traduc-

torului tensometric. Căderea de tensiune în traductor se modifică proporţional cu variaţia rezistenţei acestuia. La rîndul ei, variaţia tensiunii traductorului este amplificată liniar în etajele punţii tensometrice şi oferită la bornele de ieşire sub forma unei diferenţe de potenţial, proporţionale cu efortul specific în zona şi pe direcţia de măsurare.

În cele ce urmează vor fi prezentate, succint, traductoarele utilizate şi montajele construite pentru realizarea cercetării experimentale.

1. *Traductoare şi montaje utilizate la măsurarea mărimilor cinematice*

În cele de mai jos vor fi prezentate elementele componente, principiile de funcţionare, montajele mecanice şi electrice aferente traductoarelor alternatoare şi cu impulsuri.

1. a. Traductorul alternator

Traductorul propriu-zis este un tahogenerator realizat, în producţie de serie, de către I.A.M.C. Otopeni.

Principiul de funcţionare este cel al unui alternator.

Principalele elemente componente ale traductorului sînt (fig. 1) inductorul (rotorul) şi indusul (statorul). Rotorul *1* este un magnet per-

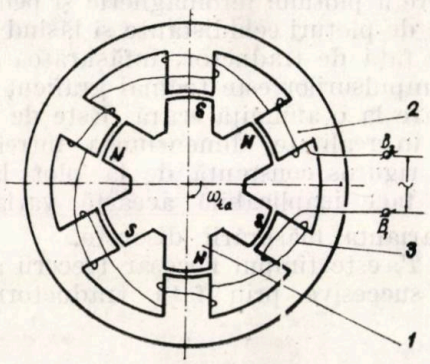


Fig. 1

manent avînd şase poli alternanţi. Statorul este alcătuit dintr-un miez de oţel *2* care poartă şase bobinaje *3* înfăşurate ca în figura 1. Capetele bobinajelor sînt aduse la bornele de ieşire B_1B_2, unde se obţine curent alternativ, avînd frecvenţa şi amplitudinea tensiunii proporţionale cu viteza unghiulară a traductorului ω_{ta}.

Montajul mecanic are drept obiectiv antrenarea, în mişcare, a rotorului traductorului alternator, *TA*.

Pentru măsurarea vitezei unghiulare a unor arbori ω_a, a fost posibil numai montajul lateral prin intermediul unei curele şi a unei rondele fixată solidar cu rotorul (fig. 2 *a*).

Pentru măsurarea vitezei garniturii de foraj, rondela, de o construcţie specială, a fost antrenată în mişcare chiar de către peretele exterior al materialului tubular (fig. 2 *b*).

La realizarea montajului electric s-a pornit de la dezideratul de a aduce la bornele galvanometrului oscilografului o tensiune continuă, a cărei valoare să fie dependentă de viteza măsurată.

Într-o primă etapă, curentul alternativ, obţinut la bornele B_1B_2 ale alternatorului, a fost redresat într-o punte Wheatstone cu diode (fig. 2 *c*). Curentul pulsator obţinut are o valoare medie proporţională cu viteza unghiulară a inductorului ω_{ta} (deci şi cu mărimea cinematică măsurată).

Ulterior, pentru a se reduce tensiunea pulsatorie la una constantă, între puntea de redresare şi bornele galvanometrului a fost introdus şi filtrul *LC* (fig. 2 *c*). Acest filtru elimină variaţiile tensiunii pulsatorii, reducînd-o la valoarea medie, valoare dependentă de viteza unghiulară măsurată. Valorile inductanţei *L* şi capacităţii *C* au fost determinate prin încercări astfel ca eficienţa filtrului să fie importantă, iar defazarea produsă de aceasta să fie redusă (neglijabilă).

Pentru a permite ca variaţia maximă a poziţiei spotului luminos să nu depăşească lăţimea suportului de înregistrare, se introduce rezistorul *R*, a cărui rezistenţă se determină prin încercări.

În vederea înregistrării simultane a variaţiilor mai multor mărimi cinematice, am construit un bloc de redresare-filtrare cu trei canale. Tipul diodelor a fost F 407, iar valorile capacităţilor şi inductanţelor au fost $C = 50\ \mu F$ şi $L = 7{,}14$ H.

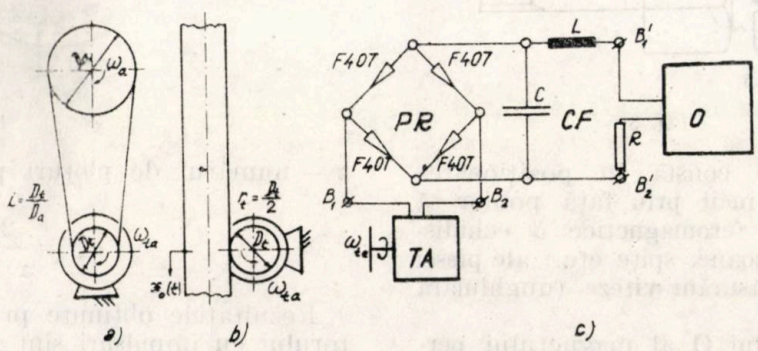


Fig. 2

Viteza măsurată (unghiulară ω_a sau liniară $\dot{x}_0$) în funcție de cea a rotorului traductorului alternator, ω_{ta}, pentru cele două montaje, va fi

$$\omega_a = \frac{D_t}{D_a}\omega_{ta} = i\omega_{ta} \tag{2}$$

sau respectiv

$$\dot{x}_0 = \frac{D_t}{2}\omega_{ta} = r_t\omega_{ta} \tag{3}$$

în care notațiile au semnificația din figura 2.

Din cauza existenței filtrului LC, variația vitezei unghiulare ω_{ta}, în funcție de tensiunea de la bornele $B'_1B'_2$, nu mai este liniară, ci exponențial progresivă

$$\omega_{ta} = f(U) \tag{4}$$

Diferența de potențial U va fi proporțională cu tensiunea de la bornele oscilografului U_0,

$$U = k_R \cdot U_0 \tag{5}$$

în care valoarea constantei k_R este dependentă de rezistența de balast R.

Luînd în considerare relația (1) rezultă

$$\omega_{ta} = f(k_R \cdot k_g \cdot \delta) \tag{6}$$

și prin (2) respectiv (3) se obține valoarea vitezei măsurate.

Funcția (6) se determină prin etalonare, graficul fiind evident o familie de curbe exponențial progresive.

1.b. Traductorul cu impulsuri

Traductorul propriu-zis este un receptor telefonic. Acesta este alcătuit (fig. 3) dintr-un magnet permanent *1*, pe ai cărui poli se află două bobine de semnal *2*, înseriate.

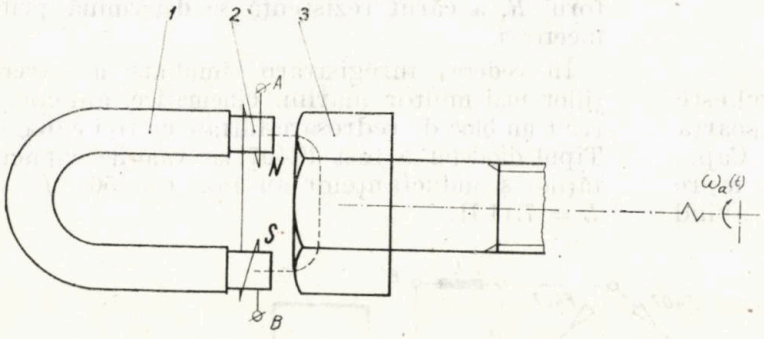


Fig. 3

Montajul mecanic constă în poziționarea traductorului astfel încît prin fața polilor să treacă niște ploturi feromagnetice *3* echidistante (șuruburi, prezoane, spițe etc.) ale piesei căreia dorim să-i măsurăm viteza (unghiulară sau liniară).

La variația fluxului Ø al magnetului permanent se introduce o tensiune electromotoare în spirele bobinelor egală, conform legii lui Faraday, cu

$$U = -\frac{d\Phi}{dt} \tag{7}$$

Deoarece fluxul magnetic are succesiv o creștere și o scădere la trecerea plotului feromagnetic prin fața magnetului permanent, tensiunea indusă va avea o variație aproximativ sinusoidală. Între ploturi, atît timp cît Ø = =const., tensiunea indusă este nulă.

Variațiile sinusoidale ale tensiunii, avînd loc într-un timp mult mai redus decît cel corespunzător valorii nule, pot fi considerate niște impulsuri.

Montajul electric constă în legarea, prin intermediul unor conductori electrici fără rezistor de balast, a bornelor traductorului cu cele ale galvanometrului oscilografului 0.

În figura 4 este prezentată schița montajului mecanic și electric al traductorului cu impulsuri *TI*, în vederea măsurării vitezei unghiulare ω_a, a unui arbore.

Măsurarea vitezei unghiulare a unui arbore ω_a se poate realiza în două variante.

● Varianta măsurării continue. Deoarece variația fluxului este proporțională cu viteza de trecere a plotului feromagnetic și pentru un număr z de ploturi echidistante și lăsînd același întrefier față de traductor, înfășurătoarea vîrfurilor impulsurilor este tocmai graficul vitezei unghiulare la o anumită scară. Este de remarcat că, în realitate, dimensiunea întrefierului nu este riguros constantă de la plot la plot, ceea ce face inaplicabilă această variantă.

● Varianta măsurării discrete.

Dacă T_z este timpul necesar trecerii a două ploturi succesive prin fața traductorului și

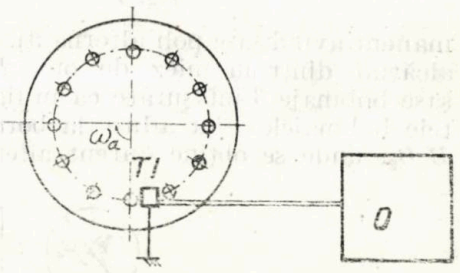


Fig. 4

z — numărul de ploturi pe o rotație, atunci

$$\omega_a = \frac{2\pi}{z \cdot T_z} \tag{8}$$

Rezultatele obținute prin utilizarea traductorului cu impulsuri sînt riguroase, dar prelucrarea înregistrărilor este laborioasă. De aceea

traductorul cu impulsuri a fost utilizat simultan cu cel alternator, avînd numai rolul de a permite verificarea prelucrării înregistrărilor obținute.

2. Traductoare și montaje utilizate la măsurarea mărimilor dinamice

Pentru măsurarea stărilor de eforturi cerute de cercetarea experimentală a procesului de introducere, a fost utilizată tensometria electrică rezistivă.

Principiul metodei este simplu : traductorul rezistiv este solidarizat cu piesa a cărei stare locală de eforturi o măsoară, deformîndu-se odată cu aceasta și modificîndu-și rezistența R cu ΔR. Se demonstrează ușor că la o deformare uniaxială, relația între alungirea specifică ε și variația rezistenței ΔR este liniară, după cum urmează [1]

$$\varepsilon = \frac{1}{k} \cdot \frac{\Delta R}{R} \tag{9}$$

în care k este coeficientul de sensibilitate al materialului elementului sensibil al traductorului.

Un calcul simplu arată că pentru eforturi specifice destul de mari, variațiile de rezistență sînt de ordinul zecimilor de ohm. Pentru a îmbunătăți precizia măsurării unor variații atît de mici ale rezistenței R, traductorul tensometric se introduce într-un circuit electric realizat sub forma unei punți Wheatstone (fig. 5).

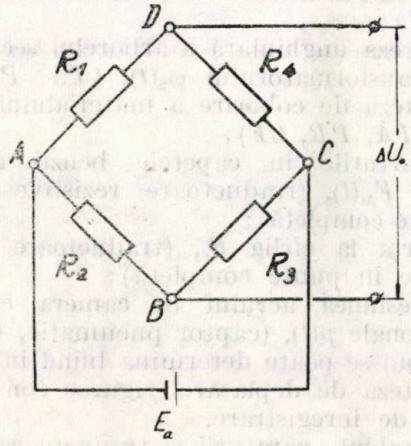


Fig. 5

În această punte traductorul activ este R_1, celelalte rezistoare R_2, R_3, R_4 alegîndu-se dintr-o cutie de rezistențe (montajul cu un singur traductor).

Se poate realiza un montaj în care R_1 și R_2 să fie traductoare (montajul în semipunte).

Dacă toate rezistențele $R_1, \ldots, R_4$ sînt traductoare, atunci se realizează montajul în punte completă.

Diferența de potențial ΔU_0 care apare între vîrfurile D, B ale diagonalei de măsură, în jurul vecinătății $U_0 = 0$ (punte echilibrată, $R_1/R_2 = R_4/R_3$), atunci cînd traductoarele $R_1, \ldots, R_4$ își variază rezistențele respective cu $\Delta R_1, \ldots, \Delta R_4$, are următoarea expresie [1]

$$(\Delta U_0)_{U_0=0} = E_a \frac{R_1 R_4}{(R_1 + R_4)^2} \left(\frac{\Delta R_1}{R_1} + \frac{\Delta R_3}{R_3} - \frac{\Delta R_2}{R_2} - \frac{\Delta R_4}{R_4} \right) \tag{10}$$

Luînd în considerare și (9) se observă că

$$\varepsilon = k_w \Delta U_0 \tag{11}$$

în care k_w este coeficientul de transformare al punții Wheatstone.

Diferența de potențial ΔU_0 este amplificată liniar în puntea tensometrică a montajului electric (fig. 6), conform relației

$$\Delta U_0 = k_T \cdot U \tag{12}$$

în care k_T este o constantă depinzînd de gradul de amplificare.

Luînd în considerare și relația (1), se obține o dependență liniară între deformația specifică și deplasarea δ a spotului luminos pe lățimea suportului de înregistrare al oscilografului

$$\varepsilon = k_w \cdot k_T \cdot k_g \cdot \delta \tag{13}$$

În montajul electric pentru înregistrarea variației stărilor de eforturi sînt deci necesare puntea Wheatstone PW, puntea tensometrică PT și oscilograful O (fig. 6).

În cele ce urmează vor fi prezentate aspecte specfice privind modul de așezare a traductoarelor tensometrice rezistive pentru măsurarea forței axiale. Va fi precizată și metoda de măsurare a presiunii aerului în camerele pneumatice ale cuplajelor operaționale.

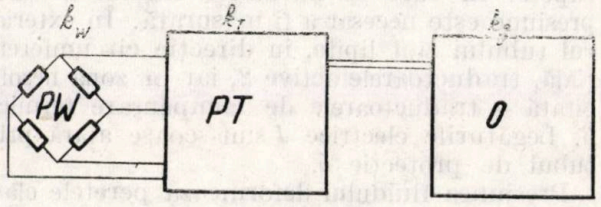


Fig. 6

2.a. Măsurarea forței axiale

Efortul axial F are, evident, expresia

$$F = EA\varepsilon = k_F \varepsilon, \tag{14}$$

în care A este aria suprafeței secțiunii transversale a barei solicitate uniaxial și

$$k_F = EA.$$

Pentru măsurarea alungirii ε este deci necesar ca traductorul tensometric să fie lipit pe bară în direcția forței axiale F.

Utilizînd, pentru raționament, relația (10) se observă că montajul în semipunte (cu R_1 activ și R_2 pentru compensare termică) oferă rezultate corecte numai în cazul cînd forța axială nu este aplicată excentric. În cazul aplicării excentrice a forței externe, numai montajul în punte completă, cu R_1 și R_3 lipite în zone opuse și orientate axial, iar R_2 și R_4 utilizate pentru compensare termică, va permite măsurarea deformației ε datorată forței F.

Luînd în considerare relațiile (14), (11), (12) și (1), forța axială are expresia

$$F = k_F \cdot k_W \cdot k_T \cdot k_g \cdot \delta = K_F \cdot \delta \qquad (15)$$

în care

$$K_F = k_F \cdot k_W \cdot k_T \cdot k_g$$

Constanta de transformare globală K_F se determină prin etalonare în cazul măsurătorilor dinamice.

La cercetările experimentale efectuate în șantiere efortul axial în chiolbași F_c a fost măsurat utilizînd un montaj în punte completă. Un montaj identic a fost utilizat și pentru măsurarea efortului axial în materialul tubular.

Eforturile din capetele benzii frînei au fost măsurate utilizînd montajul în punte completă.

Traductoarele active au fost lipite în exteriorul și interiorul benzii, iar cele pasive au fost aplicate pe o plăcuță metalică, nesolicitată, dar avînd aceeași temperatură cu banda.

2.b. Măsurarea presiunii

Captorii utilizați la măsurarea presiunii au fost construiți după indicațiile din [1].

Schema constructivă a unui astfel de captor este prezentată în figura 7.

Elementul sensibil al unui astfel de captor îl constituie un tub elastic *1*, obturat la unul din capete, în care se introduce fluidul a cărui presiune este necesar a fi măsurată. În exteriorul tubului sînt lipite, în direcție circumferențială, traductoarele active *2*, iar în zona nesolicitată — traductoarele de compensare termică *3*. Legăturile electrice *4* sînt scoase afară prin tubul de protecție *5*.

Presiunea fluidului deformează peretele elastic, iar relația dintre aceasta și alungirea circumferențială ε este liniară

$$p = k_p \varepsilon \qquad (16)$$

Luînd în considerare relațiile (16), (11), (12) și (1), presiunea fluidului are expresia

$$p = k_p \cdot k_W \cdot k_T \cdot k_g \cdot \delta = K_p \cdot \delta \qquad (17)$$

în care

$$K_p = k_p \cdot k_W \cdot k_T \cdot k_g$$

este constanta de transformare globală și care se determină prin etalonare.

La cercetările experimentale s-a înregistrat variația presiunii aerului în camera pneumatică a cuplajelor operaționale.

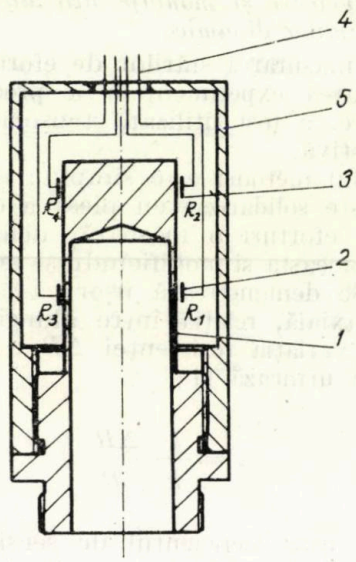


Fig. 7

III. Măsurători experimentale efectuate la instalația F 200—2DH

Mărimile măsurate experimental și traductoarele utilizate au fost următoarele:

— viteza unghilară a tobei de manevră $\omega_t(t)$, (traductor alternator *TA*, punte de redresare *PR*, circuit de filtrare *CF* și traductor cu impulsuri *TI*);

— viteza unghiulară a arborelui secundar al turbotransformatorului $\omega_2(t)$, (*TA*, *PR*, *CF*);

— viteza de coborîre a materialului tubular $\dot{x}_0(t)$, (*TA*, *PR*, *CF*);

— eforturile în capetele benzii de frînă $F_m(t)$ și $F_M(t)$, (traductoare rezistive montate în punte completă);

— forța la cîrlig F_c, (traductoare rezistive montate în punte completă);

— presiunea aerului în camera cuplajelor operaționale $p(t)$, (captor pneumatic, *CP*).

Timpul se poate determina luînd în considerare viteza de deplasare, riguros constantă, a hîrtiei de înregistrare.

Ansamblul aparaturii și traductoarelor utilizate este prezentat în figura 8.

Tabelul 1

Circuitul	Viteza măsurată, rad/s sau m/s	Viteza unghiulară a traductorului	Valoarea rezistenței de balast, Ω	Tipul galvanometrului
I	$\omega_2 = 1{,}8$ $\omega_{ta\,1}$	$\omega_{ta\,1}$	101	1000
II	$\omega_t = 4{,}3$ $\omega_{ta\,2}$	$\omega_{ta\,2}$	68	1000
III	$\dot{x}_0 = 0{,}05$ $\omega_{ta\,3}$	$\omega_{ta\,3}$	33	1000

În vederea determinării scărilor dimensionale la care au fost efectuate înregistrările diferitelor mărimi, este necesară etalonarea circuitelor de măsură.

Etalonarea circuitelor pentru măsurarea mărimilor cinematice, utilizînd traductorul alternator, presupune determinarea funcției descrisă prin relația (6). Această etalonare a fost efectuată în condiții de laborator prin reconstruirea celor trei circuite stabilite drept optime în șantier (tab. 1).

Pentru fiecare circuit în parte au fost măsurate circa 30 perechi de valori ale vitezei unghiulare ω_{ta} (măsurată cu tahometrul) și deplasării corespunzătoare a spotului luminos pe ecranul oscilografului δ. Cu ajutorul acestor valori au fost construite graficele funcției (6) pentru circuitele I și II (fig. 9).

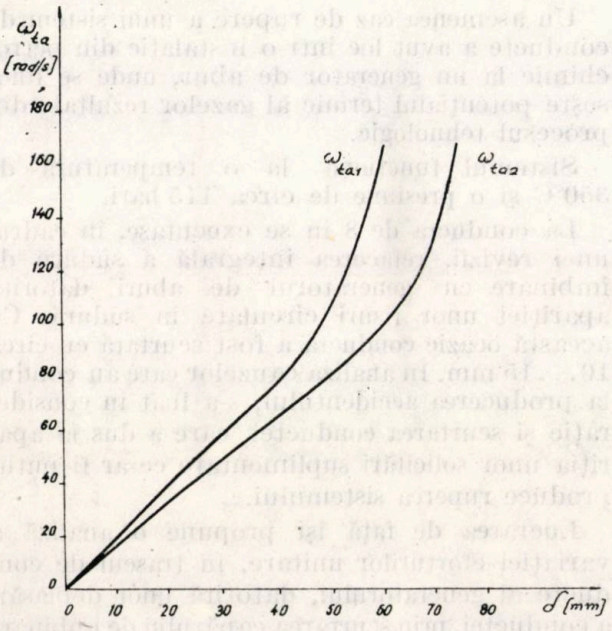


Fig. 9

Circuitul al III-lea nu a mai fost etalonat deoarece mărimea măsurată $\dot{x}_0$ are numai un caracter informativ.

Pentru determinarea valorilor mărimilor măsurate se vor utiliza relațiile (2) și (3). Aceste relații, pentru diametrele utilizate (prezentate în figura 8) iau forma precizată în coloana a II-a a tabelului 1.

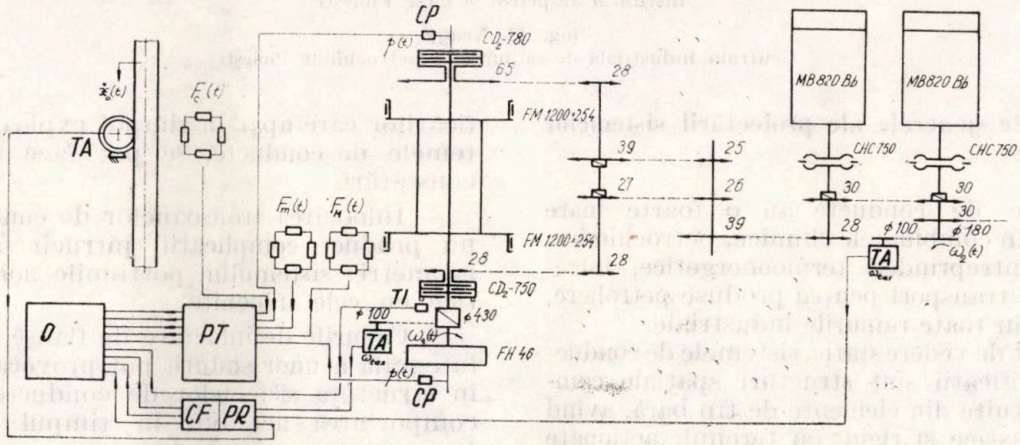


Fig. 8

Etalonarea circuitului de măsurare a vitezei unghiulare, utilizînd traductorul cu impulsuri, nu este necesară deoarece relația (8) ia forma (pentru $z = 12$ șuruburi):

$$\omega_t = \frac{0{,}52359878}{T_z} \tag{18}$$

În cazul măsurătorilor efectuate, unul din cele 12 capete de șuruburi este mai înalt decît celelalte. În acest fel impulsul corespunzător (cel mai înalt) marchează o rotație completă. Dacă T_z este timpul scurs între două astfel de impulsuri succesive, atunci evident

$$\omega_t = \frac{2\pi}{T_z} \tag{19}$$

reprezintă valoarea medie pe o rotație completă a vitezei unghiulare.

Etalonarea circuitelor pentru măsurarea mărimilor dinamice presupune determinarea constantelor de amplificare globală K_F și K_p. Valorile acestor constante sînt uneori diferite de la o oscilogramă la alta. Această variație se datorează necesității de încadrare pe hîrtia de înregistrare a elongațiilor maxime δ_{max} ale mărimilor respective. Este deci necesară determinarea constantelor K_F și K_p pentru fiecare oscilogramă în parte. Luînd în considerare relațiile (15) și (17), se determină K_F și K_p, cunoscînd sarcina la cîrlig în starea de repaus și valoarea maximă a presiunii aerului în cuplaj

$$p_{max} = 10^6 \text{ N/m}^2$$

(Continuare în nr. 10/1983)

Calculul static al sistemelor de conducte ţinînd seama de influenţa cedărilor de reazeme

Prof. dr. ing. **N. Posea**
conf. dr. ing. **Al. Anghel**
şef. lucr. ing. **N. Grigore**
Institutul de petrol şi gaze Ploieşti

ing. **Al. Neagu**
Centrala industrială de rafinării şi petrochimie Ploieşti

I. Aspecte generale ale proiectării sistemelor de conducte

Sistemele de conducte au o foarte mare răspîndire în combinatele chimice, petrochimice, rafinării, întreprinderi termoenergetice, întreprinderi de transport pentru produse petroliere, în general în toate ramurile industriale.

Din punct de vedere static, sistemele de conducte cu ramificaţii sînt structuri spaţiale complexe, alcătuite din elemente de tip bară, avînd legături elastice şi rigide cu terenul, acţionate de forţe uniform distribuite, forţe concentrate, variaţii de temperatură etc. Sistemele de conducte fiind structuri multiplu static nedeterminate, erorile de montaj produc eforturi suplimentare, care pot influenţa nefavorabil starea de eforturi şi deplasări. În exploatare, sistemele de conducte sînt supuse periodic unor controale tehnice care au ca scop să determine starea tehnică a elementelor componente şi să stabilească eventualele înlocuiri sau reparaţii ce trebuie făcute, astfel încît sistemele să funcţioneze în deplină siguranţă.

În urma controalelor tehnice pot să apară, în principal, următoarele situaţii:

- înlocuirea unor tronsoane de conducte uzate (corodate, erodate, deformate), operaţie care se efectuează prin introducerea de ţevi noi corespunzătoare în locul porţiunilor uzate, asamblarea lor făcîndu-se, fie prin îmbinări nedemontabile (suduri), fie prin îmbinări demontabile (de regulă prin flanşe);
- înlocuirea de flanşe, dacă îmbinarea este demontabilă, la care se constată defecte ca: fisuri în corpul flanşei, suprafaţa de etanşare distrusă, coroziuni, fisurarea sudurii de îmbinare a flanşelor cu ţeava;
- refacerea sudurilor de îmbinare a ţevilor sau flanşelor cu ţevile respective, în cazul cînd apar fisuri care nu permit o refacere locală a sudurii şi trebuie tăiată toată sudura.

În afară de situaţiile menţionate, ca urmare a controalelor tehnice, la sistemele de conducte mai pot să apară şi modificări dictate de eventualele îmbunătăţiri aduse fluxurilor tehnologice. Aceste modificări implică schimbări de trasee, schimbări ale punctelor de susţinere şi chiar schimbări în elementele hidrodinamice ale conductelor. În ceea ce priveşte influenţa modificărilor care apar în timpul exploatării în sistemele de conducte, se pot face următoarele constatări.

— Înlocuirea tronsoanelor de conducte uzate nu produce complicaţii, întrucît nu modifică geometria sistemului, porţiunile noi fiind identice cu cele înlocuite.

— Cazurile de înlocuire de flanşe, de refacere integrală a unor suduri, pot provoca modificări în structura sistemelor de conducte şi deci în comportarea acestora în timpul exploatării. În asemenea cazuri, de regulă, se produce o scurtare a capetelor de conducte, unde are loc operaţia de refacere a sudurilor, impusă de tehnologia de reparaţie respectivă. În practică, aceste scurtări provoacă o deplasare a capătului de conductă asupra căruia se operează şi, implicit, asupra întregului sistem, care pot produce modificări majore în starea de tensiuni şi deformaţii. Periculoase devin situaţiile cînd în sisteme au loc şi unele variaţii bruşte de solicitare, cum ar fi variaţii mari şi rapide de temperatură, apariţia unor impulsuri „lovituri de berbec" în sistemele de conducte etc., ale căror efecte se suprapun peste efectele solicitărilor statice normale şi provoacă creşteri mari de eforturi unitare, cu consecinţe nedorite.

Un asemenea caz de rupere a unui sistem de conducte a avut loc într-o instalaţie din petrochimie la un generator de abur, unde se foloseşte potenţialul termic al gazelor rezultate din procesul tehnologic.

Sistemul funcţiona la o temperatură de 350°C şi o presiune de circa 115 bari.

La conducta de 8 in se executase, în cadrul unei revizii, refacerea integrală a sudurii de îmbinare cu generatorul de aburi, datorită apariţiei unor fisuri circulare în sudură. Cu această ocazie conducta a fost scurtată cu circa 10...15 mm. În analiza cauzelor care au condus la producerea accidentului, s-a luat în consideraţie şi scurtarea conductei, care a dus la apariţia unor solicitări suplimentare ce ar fi putut produce ruperea sistemului.

Lucrarea de faţă îşi propune o analiză a variaţiei eforturilor unitare, în traseul de conducte al generatorului, datorită unor deplasări a conductei, prin scurtarea capătului de îmbinare cu generatorul de abur.

II. Probleme specifice calculului static al sistemelor de conducte

Sistemele de conducte sînt alcătuite, de regulă, din elemente drepte, coturi și teuri (fig. 1). În literatura de specialitate [9] se precizează necesitatea luării în considerație a efectului prezenței coturilor sau teurilor asupra stării de eforturi a sistemelor de conducte prin introducerea „factorilor de intensificare". Pre-

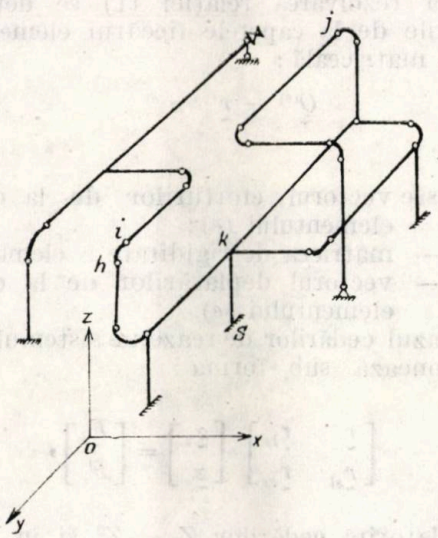


Fig. 1

zența coturilor și a teurilor are drept urmare o creștere a tensiunilor în aceste zone de (1...3) ori [9]. Prin factorii de intensificare a eforturilor se ține seama de concentrarea eforturilor unitare la coturi și ramificații din încovoierea în plan și încovoierea normală pe plan. Factorii de intensificare a tensiunilor se prezintă în tabelul 1, prelucrat din lucrarea [9, tab. 319.3.6] pentru patru tipuri de ramificații în formă de T. La determinarea eforturilor unitare din încovoiere, pe întreaga lungime a coturilor (fig. 2) și la punctele de intersecție a ramifi-

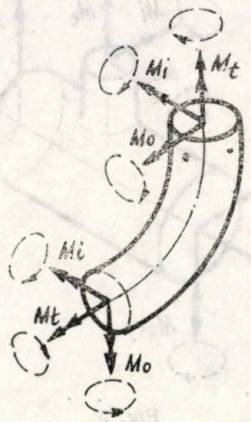
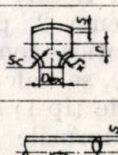
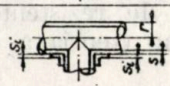
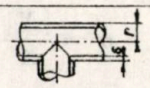
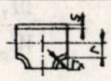


Fig. 2

cațiilor (fig. 3), se multiplică cu i_i momentele încovoietoare cu vectorii normali pe plan și cu i_0 momentele încovoietoare cu vectorii în plan.

În cazul unui cot (fig. 2), prin M_0 se înțelege momentul încovoietor avînd vectorul moment dirijat după axa $\bar{y}_i$ la capătul i și respectiv după axa y_j la capătul j (fig. 4), iar M_i — momentul încovoietor avînd vectorul după axa $\bar{z}$ (normală pe planul cotului). La o ramificație tip T (fig. 3), M_0 reprezintă momentul încovoietor

Tabelul 1

Nr. crt.	Cot sau tip teu	Schița	Descriere	Caracteristica de flexibilitate	Factorul de intensificare	
					Normal pe plan i_0	În plan i_i
1	Cot și curbă		—	$\frac{SR}{r^2}$	$\frac{0,75}{h^{2/3}}$	$\frac{0,9}{h^{2/3}}$
2	Teu tip I		$r_x \geq \frac{1}{8} D_{ex}$ $S_c \geq 2S$	$4,4 \frac{S}{r}$	$\frac{0,9}{h^{2/3}}$	$3/4\, i_0 + 1/4$
3	Teu tip II		Ramificație întărită cu inel sau șa	$\frac{(S+\frac{1}{2}S_i)^{5/2}}{r \cdot S^{3/2}}$	$\frac{0,9}{h^{2/3}}$	$3/4\, i_0 + 1/4$
4	Teu tip III		—	$\frac{S}{r}$	$\frac{0,9}{h^{2/3}}$	$3/4\, i_0 + 1/4$
5	Teu tip IV			$(1+\frac{r_x}{r}) \cdot \frac{S}{r}$	$\frac{0,9}{h^{2/3}}$	$3/4\, i_0 + 1/4$

cu vectorul în plan T, iar M_i – momentul încovoietor cu vectorul normal pe planul T. Se menționează faptul că factorii de intensificare se pot introduce, după cerințe, pentru orice ipoteză de încărcare. Determinarea eforturilor

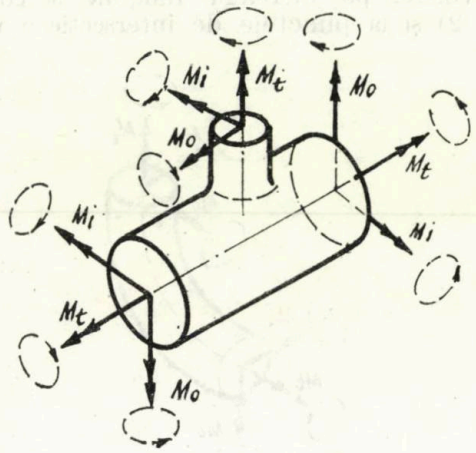


Fig. 3

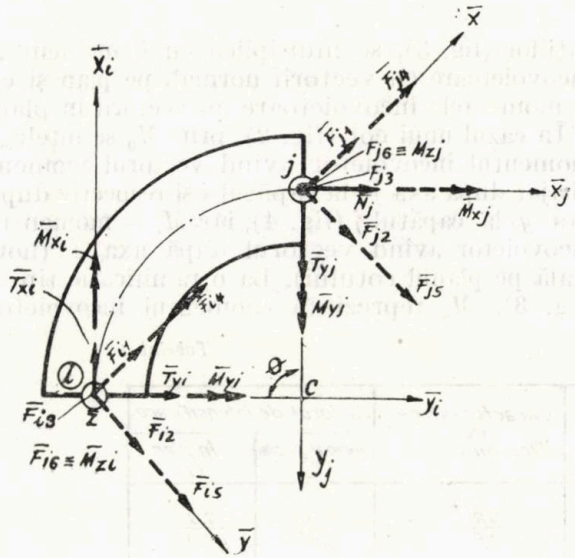


Fig. 4

sistemelor de conducte se efectuează cu ajutorul programului CSDC [1] în cadrul căruia diferitele tipuri de încărcări au fost codificate în următoarele probleme:

– poblema 1, pentru forțe concentrate și forțe uniform distribuite la conducte cu reazeme rigide;

– problema 2, pentru cedări inițiale de reazeme la conducte cu reazeme rigide și reazeme elastice;

– problema 3, pentru forțe concentrate și forțe uniform distribuite la conducte cu reazeme rigide și reazeme elastice;

– problema 4, pentru variații de temperatură în ax cît și între fețe.

Programul are la bază metoda deplasărilor, al cărui sistem de ecuații este de forma:

$$\underset{\sim}{r}\,\underset{\sim}{z} = \underset{\sim}{F} \tag{1}$$

în care:

$\underset{\sim}{r}$ este matricea de rigiditate a structurii;
$\underset{\sim}{z}$ – vectorul deplasărilor necunoscute;
$\underset{\sim}{F}$ – vectorul forțelor și cuplurilor din toate nodurile structurii.

După rezolvarea relației (1) se determină eforturile de la capetele fiecărui element prin relația matriceală:

$$\underset{\sim}{Q}^{(e)} = \underset{\sim}{r}^{(e)}\,\underset{\sim}{z}^{(e)} \tag{2}$$

în care:

$\underset{\sim}{Q}^{(e)}$ este vectorul eforturilor de la capetele elementului (e);
$\underset{\sim}{r}^{(e)}$ – matricea de rigiditate a elementului;
$\underset{\sim}{z}^{(e)}$ – vectorul deplasărilor de la capetele elementului (e).

În cazul cedărilor de reazeme sistemul $(\Delta 1)$ se partiționează sub forma:

$$\begin{bmatrix} \underset{\sim}{r} & \underset{\sim}{r}_{ls} \\ \underset{\sim}{r}_{sl} & \underset{\sim}{r}_{ss} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \underset{\sim}{z}_l \\ \underset{\sim}{z}_s \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \underset{\sim}{F}_l \\ \underset{\sim}{F}_r \end{bmatrix}, \tag{3}$$

care, datorită cedărilor $Z_s = Z_s^0$ și în absența forțelor exterioare ($\underset{\sim}{F}_e = 0$) conduce la ecuația matriceală:

$$\underset{\sim}{r}_{ll}\,\underset{\sim}{z}_l = -\,\underset{\sim}{r}_{es}\,\underset{\sim}{z}_s^0 = \underset{\sim}{F}_l^{\Delta} \tag{4}$$

unde $\underset{\sim}{F}_e^{\Delta}$ reprezintă eforturile din nodurile blocate ale structurii datorită cedărilor de reazeme. Din rezolvarea sistemului (4) se obțin necunoscutele $\underset{\sim}{z}_l$ produse de cedările z_s^0, cu ajutorul cărora, folosind relația (2), se determină eforturile produse de cedările inițiale de reazeme.

III. Determinarea tensiunilor

Pentru fiecare problemă separată (problema 1, problema 2, problema 3, problema 4) sau pentru orice combinație dorită dintre aceste probleme, se calculează la capetele elementelor drepte (de tip 1) sau coturi (de tip 2) eforturile unitare normale σ, eforturile unitare tangențiale τ, precum și tensiunile echivalente după teoria de rezistență a tensiunilor tangențiale maxime (teoria a III-a sau T_τ) cu relațiile:

$$\sigma = \frac{|N|}{A} + \frac{\sqrt{(i_i M_i)^2 + (i_0 M_0)^2}}{W_i} \tag{5}$$

$$\tau = \frac{M_t}{W_p} \tag{6}$$

$$\sigma_{ech} = \sqrt{\sigma^2 + 4\tau^2} \tag{7}$$

în care :

N reprezintă forța axială la capătul elementului ;

A — aria secțiunii transversale a elementului ;

M_0 — momentul încovoietor dirijat după axa principală $\bar{y}$;

M_i — momentul încovoietor după axa principală $\bar{z}$;

W_i — modulul de rezistență la încovoiere al secțiunii transversale ;

i_0 — factorul de intensificare în plan ;

i_i — factorul de intensificare normal pe plan ;

M_t — momentul de torsiune ;

W_p — modulul de rezistență polar al secțiunii.

Se precizează că pentru capetele unui cot și pentru capetele elementelor ce concură la o ramificație T, factorii de intensificare a eforturilor i și i_0 ce intervin în relația (5) se determină conform tabelului 1, iar pentru capetele elementelor drepte, care nu concură la un nod de ramificație T, se ia $i_i = i_0 = 1$.

În Job-ul STATIC al programului CSDC, după determinarea eforturilor secționale la capetele fiecărui element, pentru problemele 4 și 3 [1] s-au introdus secvențe pentru calculul factorilor de intensificare a eforturilor la coturi și la elementele care concură la un nod de ramificație T.

Secvența de calcul a factorilor de intensificare pentru coturi cuprinde, atît selectarea elementelor de tip 2 (coturi), precum și codificarea formulelor pentru i_0 și i_i din tabelul 1, poziția 1. Aceasta se detaliază în schema logică din figura 5. Secvența de calcul a factorilor de intensificare pentru ramificații T începe cu introducerea mărimilor caracteristice referitoare la tipul ramificației. Au fost codificate patru tipuri de ramificații tip T, conform tabelului 1, pozițiile 2...5. Pentru fiecare din cele patru tipuri se calculează caracteristicile de flexibilitate h și apoi factorii de intensificare i_i și i_0.

Această secvență se prezintă dezvoltat în figura 5. Cu factorii de intensificare calculați prin cele două secvențe se multiplică momentele încovoietoare cu vectorii în plan (M_y cu i_0) și momentele încovoietoare cu vectorii normali pe plan (M_z cu i_i) pentru capetele coturilor și ale elementelor ce concură la ramificații tip T.

Se calculează tensiunile cu relațiile (5), (6), (7) în care intervin eforturi, forțe axiale N, momente de torsiune M_t și momente încovoietoare cu intensificatori. Față de programul CSDC [2], la rularea părții statice apar ca noi următoarele :

- codificare noduri tip T ;
- codificarea problemelor de tip 4 sau 3 pentru a se ține seama de factorii de intensificare sau nu ;

Pentru fiecare nod de tip T se completează o cartelă cu următoarele date :

— tip T cu 1, 2, 3 sau 4 în coloana 4.

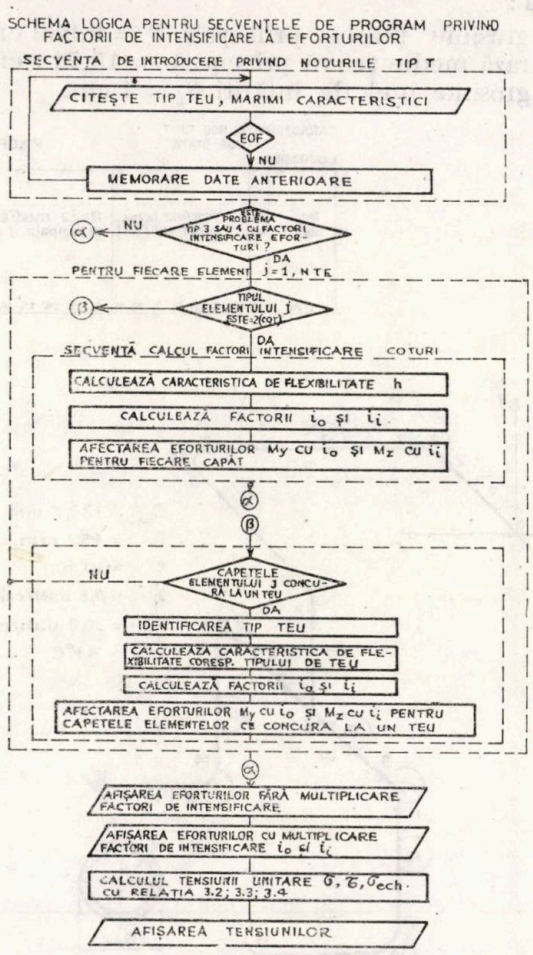


Fig. 5

Pentru oricare tip urmează, în aceeași cartelă, următoarele date :

— grosime țeavă principală S format F 7.3 (coloanele 5...11) ;

— rază medie țeavă principală r format F 7.3 (coloanele 12...18).

Dacă tipul este 2, în continuare, pe aceeași cartelă, se trece grosimea inelului de întărire S_i, format F 7.3 (coloanele 16...22).

Dacă tipul este 4, în coloanele 16—22 se trece raza de curbură a țevii secundare r_x în același format F 7.3. Acest tip de cartelă are macheta din figura 6.

În această variantă a programului CSDC, îmbunătățit, există posibilitatea rulării job-ului STATIC cu sau fără intensificatori de eforturi.

De exemplu, pentru sistemul de conducte din figura 7 se efectuează calculul static, obținîndu-se eforturile secționale și tensiunile cu intensificatorii de eforturi separat, pentru sarcinile provenite din greutăți proprii (problema 3) și sarcinile din variația de temperatură (problema

4), precum și din combinațiile problemelor 3+4. Structura are o ramificație de tip T în nodul 8. Tipul T-ului este II (tab. 1, poz. 3) avînd :

— grosime țeavă principală $S = 0{,}952$ cm ;
— rază medie țeavă principală $r = 15{,}714$ cm ;
— grosime inel de întăriri $S_i = 1$ cm.

Greutatea unui cm de lungime de conductă reprezintă forța uniform distribuită $Q_y = -0{,}01625$ kN/cm, care se introduce ca sarcină pentru problema 3. La dilatarea din variația de temperatură în ax $\Delta l = 1$ mm/m corespunde o variație de temperatură $t = 91°C$, pentru un coeficient de dilatare termică liniară

CARACTERISTICI NOD TIP T
JOB : STATIC
LUCRAREA :

MACHETA FISIERULUI

Nr. nod	Tip țeu	Grosime țeavă principală [cm]	Rază medie țeavă principală [cm]	
1, 2, 3, 4		5, 6, 7, 8, 9, 10, 11	12, 13, 14, 15, 16, 17, 18	19, 20, 21, 22, 23 ... 80

Fig. 6

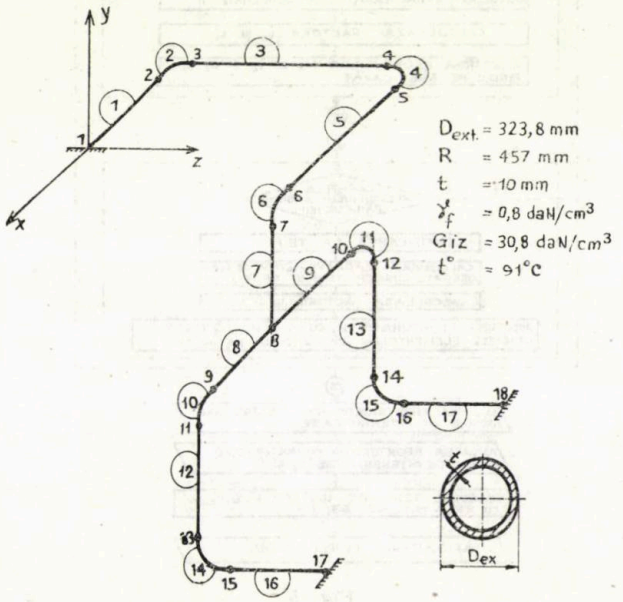


Fig. 7

$\alpha = 1{,}1 \cdot 10^{-5}$ cm/cm°C ; aceasta s-a considerat ca sarcină pentru problema 4.

În tabelul 2, s-au extras pentru problema 4, la primele 12 elemente, forțele axiale, momentele de torsiune M_x și momentele încovoietoare fără intensificatori M_y și M_z, cu intensificatorii de eforturi $i_0 M_y$ și $i_i M_z$, precum și eforturile unitare echivalente determinate conform relației (7). Din acest tabel se pot determina, atît valorile factorilor de intensificare a eforturilor (capetele 8 ale elementelor 7, 8 și 9), cît și la coturi. De exemplu, făcînd rapoartele următoare pentru capătul 8 al elementului 9 se obține :

$$i_0 = \frac{1\,107{,}45}{383{,}59} = 2{,}887 \; ; \; i_i = \frac{-285{,}64}{-118{,}26} = 2{,}145$$

aceleași și pentru capetele 8 ale elementelor 7 și 8.

Tabelul 2

Cod element	Capăt element	N [daN]	Mx [daN.m]	My [daN.m]	Mz [daN.m]	$i_0 \cdot M_y$ [daN.m]	$i_i \cdot M_z$ [daN.m]	σ_{ech} cu intensificatori [daN/cm²]
1	1	-175,78	-429,73	-347,23	-366,69	-347,23	-366,69	0
	2	175,80	429,73	-87,46	362,36	-87,46	362,36	0
2	2	-175,84	-429,73	-318,07	194,38	-759,04	556,64	145,92
	3	-297,57	451,53	-216,27	21,97	-707,01	62,93	119,94
3	3	+297,53	-451,53	-293,95	43,03	-293,95	43,03	0
	4	-297,55	451,53	-341,07	-365,28	-341,07	-365,28	0
4	4	297,60	-451,53	-314,18	-388,64	-749,77	-1112,96	200,35
	5	-175,70	447,89	-317,82	332,88	-758,45	953,26	182,65
5	5	175,39	-447,89	-306,16	343,64	-306,16	343,64	0
	6	-175,41	447,89	-340,30	359,28	-340,30	359,28	0
6	6	175,39	-447,89	-347,34	-352,49	-828,24	-1009,47	194,92
	7	-293,29	483,36	-311,87	406,37	-744,24	1163,73	206,93
7	7	292,96	-483,36	-311,87	406,37	-311,87	406,37	0
	8	-292,96	483,36	1,44	-223,44	-311,87	-539,67	0
8	8	241,40	42,39	99,76	105,16	4,16	253,99	0
	9	-241,40	-42,39	-142,56	-253,11	-142,56	-253,11	0
9	8	65,86	43,83	383,59	-118,26	1107,45	-285,64	0
	10	-65,83	-43,82	-116,02	-39,26	-116,02	-39,26	0
10	9	241,36	42,39	-142,54	-253,12	-340,17	-724,86	114,32
	11	-141,75	161,3	61,21	207,58	146,08	594,44	89,69
11	10	66,13	43,82	-116,02	-39,26	-276,88	-112,44	42,79
	12	-151,01	-1,5	-73,69	78,07	-175,86	223,59	41,25
12	11	141,43	-161,36	61,21	207,58	61,21	207,58	0
	13	-141,40	161,36	-147,78	296,29	-147,78	296,29	0

Pentru verificarea corectitudinii acestor valori determinate automat prin program s-a efectuat și calculul manual astfel:

$$h = \frac{\left(S + \frac{S}{2}\right)^{\frac{5}{2}}}{S^{\frac{3}{2}} \cdot r} = \frac{(0{,}952 + 0{,}5)^{\frac{5}{2}}}{0{,}952^{3/2} \cdot 15{,}714} = 0{,}174$$

$$i_0 = \frac{0{,}9}{h^{2/3}} = \frac{0{,}9}{0{,}174^{2/3}} = 2{,}887$$

$$i_i = 3/4\, i_0 + \frac{1}{4} = 2{,}415.$$

Astfel de verificări au fost făcute și pentru coturi. De exemplu, pentru cotul 6, atît prin program, cît și manual au rezultat:

$$i_0 = 2{,}386; \quad i_i = 2{,}864.$$

În tabelul 3 sînt prezentate eforturile axiale și momentele încovoietoare afectate de intensificatori, precum și eforturile unitare echivalente pentru combinația de probleme 3+4.

Tabelul 3

Cod elc-ment	Capăt element	N [daN]	M_x [daN m]	$i_0 M_y$ [daN m]	$i_i M_z$ [daN m]	σ_{ech} [daN/cm²]
1	1	-228,30	197,70	63,89	-969,78	0
	2	228,32	-197,70	-171,92	490,47	0
2	2	-228,36	197,70	-1117,74	645,03	184,37
	3	-398,12	391,96	289,44	174,87	74,99
3	3	398,08	-391,96	125,32	52,27	0
	4	-398,11	391,96	-165,65	-526,83	0
4	4	398,15	-391,97	-304,75	-153,63	229,45
	5	-228,24	206,36	-747,69	1316,09	215,33
5	5	227,91	-206,36	-297,28	470,11	0
	6	-227,94	206,36	-490,06	467,93	0
6	6	227,91	-206,36	-1075,70	-1446,77	255,55
	7	-660,76	632,98	-57,62	1918,07	288,32
7	7	660,49	-632,98	-24,16	669,79	0
	8	-829,93	632,98	-1131,13	-1042,64	0
8	8	302,19	243,40	247,05	-627,96	0
	9	-302,19	-243,40	-134,05	-198,28	0
9	8	73,75	148,37	1580,70	-1670,53	0
	10	-73,72	148,38	-180,17	107,56	0
10	9	302,08	243,39	-319,87	-567,77	99,97
	11	-640,36	155,44	631,89	913,23	163,09
11	10	73,98	-148,38	-429,95	308,03	77,32
	12	-761,33	18,88	-738,99	494,45	134,05
12	11	640,08	-155,43	164,79	318,90	0
	13	-978,97	155,43	-363,63	311,91	0
13	12	760,81	-18,88	-309,67	172,66	0
	14	-1099,68	18,88	1046,32	-18,96	0
14	13	979	-155,43	-744,34	-1041,30	190,06
	15	47,62	450,11	-41,12	-274,91	74
15	14	1097,17	-18,87	-9,47	-626,56	18,83
	16	-352,90	-14,67	-26,21	402,53	6,61
16	15	47,58	-450,11	-17,23	-96	0
	17	-47,60	450,11	-524,98	2321,74	0
17	16	353,22	14,68	-671,15	58,60	0
	18	-353,24	-14,68	-1712,68	472,68	0

IV. Eforturi și deplasări la două conducte din industria petrochimică

Conductele de 8 și 10 in prezentate în figurile 8 și 9 sînt formate din elemente drepte și coturi, fiecare element fiind definit prin nodurile de la capete. În punctul 0 s-a ales originea sistemului de axe Oxyz.

Conductele de 8 și 10 in funcționează la o temperatură de 250 respectiv 350°C. Starea de eforturi și deplasări în conductele analizate s-a determinat în cinci variante și anume:

— varianta I — fără cedări inițiale în nodul 1;

— varianta a II-a — cedare inițială în nodul 1: $\Delta_x = 0{,}5$ cm pentru conducta de 8 in, respectiv $\Delta_x = -0{,}5$ cm pentru conducta de 10 in;

— varianta a III-a — cedare inițială în nodul 1: $\Delta_x = 1$ cm, respectiv $\Delta_x = -1$ cm;

— varianta a IV-a — cedare inițială în nodul 1: $\Delta_x = 1{,}5$ cm, respectiv $\Delta_x = -1{,}5$ cm;

— varianta a V-a — cedare inițială în nodul 1: $\Delta_x = 2$ cm, respectiv $\Delta_x = -2$ cm.

Prin rularea programului CSDC s-au determinat deplasările nodurilor, eforturile secționale la capetele fiecărui element (de la 1 la 21, fig. 8 și 9), precum și eforturile unitare în varianta I (fără cedări inițiale în nodul 1), astfel: separat pentru încărcări din greutăți proprii ale conductei (problema 3); separat pentru variația de temperatură (problema 4); cumulat din

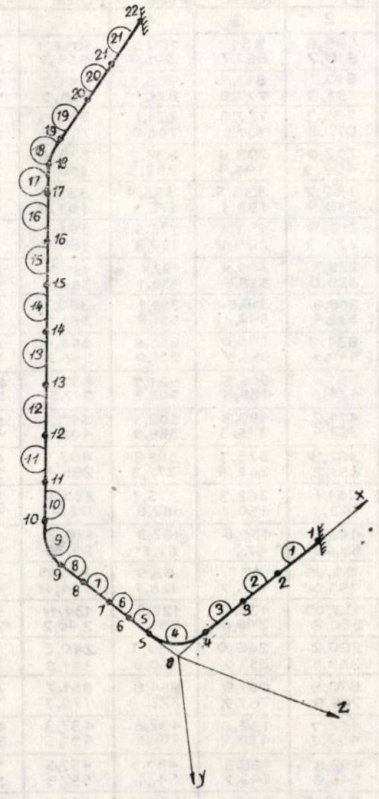


Fig. 8

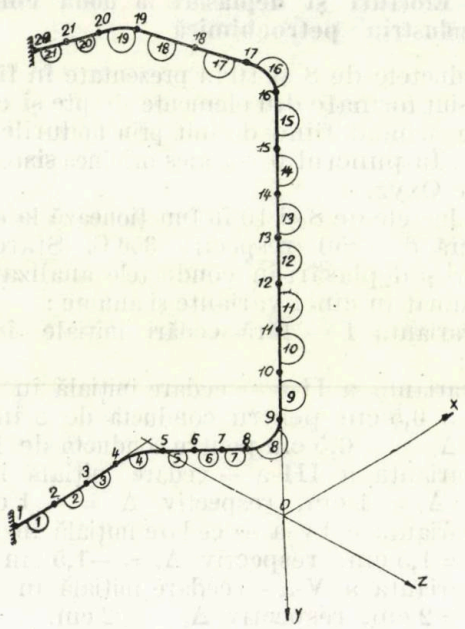


Fig. 9

greutăţi proprii şi variaţia de temperatură (problema 3 + problema 4). Din imprimanta obţinută la calculator, s-au extras, în tabelele

Tabelul 4

Nr. crt.	Elementul	Conducta de 8 inch — Eforturile unitare echivalente în variantele [daN/cm²] I fără cedare iniţială în 1	II cedare iniţială în 1:Δ_x = =0,5 cm	III cedare iniţială în 1:Δ_x = = 1 cm	IV cedare iniţială în 1:Δ_x = = 1,5 cm	V cedare iniţială în 1:Δ_x = = 2 cm	Obs.
0	1	2	3	4	5	6	7
1	1	899,6 810,7	951 857,7	1003,0 905,7	1056,1 954,7	1109,4 1004,2	
2	2	810,7 735,3	857,7 777,6	905,7 821,1	954,7 865,9	1004,4 911,5	
3	3	735,3 670,6	777,6 707,6	821,1 746,0	865,9 785,9	911,5 826,9	
4	4	752,07 402,9	793,6 396,4	836,2 392,3	879,6 390,4	923,7 390,6	
5	5	342,2 210,9	336,5 193,1	333,4 176,5	333,1 161,7	335,3 149,7	
6	6	210,9 223,3	193,1 209,9	176,5 197,3	161,7 186,0	149,7 174,8	
7	7	223,3 359,0	209,9 358,6	197,4 359,1	185,9 360,4	174,9 362,1	
8	8	358,9 533,4	358,6 542,2	359,1 551,6	360,3 561,5	362,0 572,0	
9	9	834,8 940,3	845,0 955,5	855,6 971,0	866,4 986,7	877,1 1002,7	
10	10	591,8 474,3	606,5 489,3	621,7 502,7	637,3 517,5	653,2 532,6	
11	11	474,2 362,4	488,3 375,3	502,5 388,9	517,3 403,2	532,5 418,0	
12	12	362,3 251,2	375,3 262,4	388,8 275,3	403,1 289,4	417,9 304,8	
13	13	251,1 143,3	262,3 150,7	275,1 162,9	289,3 178,6	304,7 197,1	
14	14	143,4 69,08	150,8 47,7	162,9 63,61	178,7 89,36	197,1 118,2	
15	15	69,05 153,06	47,7 135,7	63,5 128,7	89,35 134,11	118,1 150,3	
16	16	153,09 260,2	135,8 246,0	128,8 239,1	134,11 240,2	150,4 249,4	
17	17	260,2 369,5	246,0 357,0	239,1 350,9	240,2 351,8	249,4 359,5	
18	18	670,9 766,9	661,0 767,7	654,6 772	651,7 779,7	652,5 790,8	
19	19	442,7 492,7	434,6 488,2	432,8 489,8	437,3 497,5	447,9 510,9	
20	20	492,8 543,9	488,3 542,7	489,9 547,4	497,5 557,9	510,9 573,9	
21	21	543,9 595,9	542,7 597,7	547,5 605,3	558 618	573,9 636,8	

Tabelul 5

Nr. crt.	Elementul	Conducta de 10 inch — Eforturile unitare echivalente în variantele [daN/cm²] I fără cedare iniţială	II cedare iniţială în 1:Δ_x = =0,5 cm	III cedare iniţială în 1:Δ_x = =1 cm	IV cedare iniţială în 1:Δ_x = =4,5 cm	V cedare iniţială în 1:Δ_x = =2 cm	Obs.
0	1	2	3	4	5	6	7
1	1	561,1 482,4	600,9 518,2	645,7 558,7	691,2 601,3	739,2 646,1	
2	2	482,4 417,5	518,2 447,4	558,7 482,3	601,3 520,8	646,0 561,5	
3	3	417,5 368,4	447,4 389,6	482,3 417,5	520,9 449,9	561,6 486,2	
4	4	393,5 232,2	420,2 203,5	452,6 178,1	488,2 158,1	527,1 145,0	
5	5	194,05 153,9	164,8 120,7	139,8 88,3	122,4 56,9	114,8 30,95	
6	6	153,9 189,7	120,8 145,8	88,2 125,3	56,8 109,6	30,98 100,0	
7	7	170,0 226,7	146,1 212,4	125,6 201,5	109,9 194,4	100,8 191,9	
8	8	298,8 452,1	288,3 447,2	280,6 443,9	275,7 442,4	274,1 442,5	
9	9	318,8 323,2	312,3 319,2	308,7 317,0	307,2 317,2	308,0 319,2	
10	10	323,4 328,5	319,4 326,5	317,2 326,2	317,3 328,2	319,3 331,8	
11	11	328,5 334,4	326,5 334,1	326,2 335,8	328,2 339,7	331,8 345,2	
12	12	334,4 339,1	334,0 340,5	335,6 344,0	339,5 350,0	345,0 357,9	
13	13	339,2 345,0	340,6 347,9	344,2 353,4	350,1 361,6	358,0 372,1	
14	14	344,9 350,6	347,9 354,8	353,2 362,3	361,4 372,9	371,9 386,3	
15	15	350,4 358,5	354,6 362,0	362,1 371,7	372,8 385,1	386,2 401,9	
16	16	520,0 177,7	526,5 181,8	535,9 197,7	547,8 223,2	562,3 255,2	
17	17	130,68 148,4	129,4 117,4	145,1 100,9	173,1 106,1	208,6 130,5	
18	18	148,4 365,5	117,3 341,7	100,9 325,0	106,1 316,6	130,5 317,0	
19	19	500,9 734,3	480,4 721,5	465,1 713,0	455,6 708,9	452,2 709,3	
20	20	542,2 568,6	520,4 551,9	511,5 540,7	505,1 535,2	504,9 535,7	
21	21	568,5 595,1	551,8 579,7	540,7 565,5	535,1 565	535,6 566	

4 şi 5, coloana 2, eforturile unitare echivalente provenite din greutăţi proprii ale conductei plus variaţia de temperatură (problema 3 + + problema 4).

Pentru fiecare din variantele de cedări iniţiale ale nodului 1 (fig. 8 şi 9) s-a rulat, de asemenea, programul CSDC, obţinîndu-se deplasările nodurilor, eforturile secţionale şi tensiunile la capetele elementelor; separat pentru cedarea iniţială considerată (problema 2); separat pentru încărcări din greutăţi proprii ale conductei (problema 3); separat pentru variaţia de temperatură (problema 4); cumulat din cedarea iniţială cu greutăţi proprii şi variaţia de temperatură (problema 2 + problema 3 + + problema 4). Din imprimantele obţinute la calculator s-au extras tensiunile echivalente provenite din acţiunea simultană a celor trei încărcări, prezentate în tabelele 4 şi 5, coloanele 3, 4, 5, 6. De asemenea, din imprimantele obţinute s-au extras tensiunile echivalente provenite numai din cedările iniţiale considerate (problema 2) şi care sînt prezentate în tabelele 6 şi 7, coloanele 2, 3, 4 şi 5.

Tabelul 6

Nr. crt	Elementul	Conducta de 8 inch — Eforturile unitare echivalente din cedări inițiale (probl. 2), în variantele: [daN/cm²]				Obs.
		II cedarea inițială în 1:Δ=0,5cm (anexa 2)	III cedarea inițială în 1:Δ=1cm (anexa 3)	IV cedarea inițială în 1:Δ=1,5cm (anexa 4)	V cedarea inițială în 1:Δ=2cm (anexa 5)	
0	1	2	3	4	5	6
1	1	57,93 55,47	115,68 110,80	173,99 166,54	232,11 222,08	
2	2	55,49 53,17	110,79 106,21	166,54 159,54	222,21 212,78	
3	3	53,16 50,85	106,22 101,61	159,54 152,59	212,77 203,42	
4	4	50,80 29,74	101,63 59,50	152,35 89,20	203,15 118,92	
5	5	29,73 23,32	59,51 46,66	89,22 70,05	118,91 93,36	
6	6	23,31 18,52	46,64 37,07	69,99 55,64	93,26 74,14	
7	7	18,50 16,90	37,05 33,84	55,59 50,84	74,05 67,55	
8	8	16,89 19,66	33,83 39,31	50,80 59,02	67,52 78,73	
9	9	19,63 22,006	39,25 44,00	58,88 66,01	78,56 88,05	
10	10	22,004 20,39	44,00 40,79	66,02 61,20	88,02 81,58	
11	11	20,39 20,96	40,79 41,93	61,19 62,92	81,59 83,92	
12	12	20,96 23,44	41,93 46,89	62,90 70,35	83,89 93,80	
13	13	23,44 27,27	46,89 54,55	70,34 81,83	93,81 109,10	
14	14	27,27 31,99	54,55 63,97	81,83 95,98	109,11 127,95	
15	15	31,99 37,20	63,98 74,40	95,98 111,59	127,96 148,79	
16	16	37,19 42,75	74,40 85,50	111,59 128,25	148,79 171,01	
17	17	42,75 48,51	85,51 97,02	128,26 145,54	171,01 194,05	
18	18	48,60 51,84	97,21 103,69	145,81 155,53	194,41 207,37	
19	19	51,96 54,15	103,93 108,30	155,89 162,45	207,85 216,60	
20	20	54,15 56,38	108,31 112,78	162,45 169,17	216,60 225,55	
21	21	56,38 58,66	112,78 117,34	169,17 176,007	225,55 234,67	

Tabelul 7

Nr. crt.	Elementul	Conducta de 10 inch — Eforturile unitare echivalente din cedări inițiale (probl. 2), în variantele: [daN/cm²]				Obs.
		II cedare inițială în 1:Δ=-0,5cm (anexa 7)	III cedare inițială în 1:Δ=-1cm (anexa 8)	IV cedare inițială în 1:Δ=-1,5cm (anexa 9)	V cedare inițială în 1:Δ=-2cm (anexa 10)	
0	1	2	3	4	5	6
1	1	53,79 53,46	108,85 107,414	163,31 161,45	218,99 215,94	
2	2	53,46 53,14	107,42 106,31	161,45 159,67	215,85 212,91	
3	3	53,16 52,89	106,06 106,04	159,85 159,07	213,089 212,45	
4	4	52,82 37,72	105,59 75,47	158,07 113,33	210,95 151,11	
5	5	37,69 33,79	75,35 67,34	113,13 101,19	150,64 134,84	
6	6	33,78 31,07	67,35 61,95	101,22 93,16	134,81 124,05	
7	7	31,07 29,82	61,95 59,50	93,17 89,40	124,12 119,11	
8	8	29,83 26,78	59,52 53,58	89,49 80,33	119,15 106,89	
9	9	26,75 25,25	53,54 50,56	80,30 75,76	106,89 100,97	
10	10	25,25 24,95	50,56 49,88	75,76 74,86	100,99 99,81	
11	11	24,95 25,91	49,88 51,75	74,86 77,74	99,82 103,63	
12	12	25,91 27,92	51,76 55,79	77,74 83,75	103,60 111,63	
13	13	27,92 30,79	55,79 61,60	83,76 92,39	111,62 123,19	
14	14	30,80 34,33	61,61 68,69	92,41 103,03	123,19 137,37	
15	15	34,33 38,65	68,67 77,33	103,01 115,96	137,35 154,63	
16	16	38,66 48,01	77,33 96,18	116,01 144,28	154,68 192,37	
17	17	48,07 48,63	96,15 97,26	144,23 145,89	192,30 194,51	
18	18	48,63 53,71	97,26 107,43	145,89 161,14	194,51 214,85	
19	19	53,72 56,52	107,43 113,05	161,16 169,58	214,88 226,09	
20	20	56,50 56,59	113,01 113,19	169,52 169,80	226,022 226,38	
21	21	56,60 56,82	113,19 113,63	169,80 170,46	226,38 227,26	

Concluzii

Lucrarea de față introduce în fluxul programului CSDC [1] subrutinele pentru calculul tensiunilor cu și fără intensificatori de eforturi.

Programul CSDC, realizat în această etapă, reprezintă o variantă îmbunătățită cu ajutorul căreia se pot calcula, static și dinamic, sisteme de conducte cu un număr de noduri relativ mai mare, obținîndu-se în plus tensiunile maxime echivalente, cu luarea în considerație și a factorilor de intensificare a eforturilor la coturi și teuri. Programul permite deci calculul tensiunilor cu și fără intensificatori de eforturi pentru toate ipotezele de încărcare, ceea ce mărește eficiența lui în proiectare și poate contribui la obținerea unor sisteme de conducte cu dimensiuni optime din punctele de vedere al condițiilor de rezistență.

În lucrare se prezintă modul în care cedările inițiale de reazeme influențează starea de eforturi și deplasări a sistemelor de conducte, în diverse variante, mai des întîlnite în situațiile concrete din instalațiile petrochimice.

Pentru două conducte întîlnite în industria petrochimică se rulează programul CSDC, varianta îmbunătățită, și din analiza rezultatelor obținute la imprimante se remarcă faptul că nivelul tensiunilor din încărcările considerate (cedare inițială — problema 2, greutăți proprii — problema 3, variație de temperatură — problema 4) sînt relativ mici. Dintre acestea, valorile cele mai mari le prezintă tensiunile care provin din variația de temperatură. Valorile tensiunilor numai din cedările inițiale, pentru cedările maxime considerate de 2 cm, nu depășesc 235 daN/cm². Din acțiunea simultană a celor trei încărcări — cedare inițială, greutate proprie, variații de temperatură, tensiunea maximă echivalentă la conducta de 8 in este de 1 110 daN/cm², iar la conducta de 10 in, de 740 daN/cm².

Bibliografie

[1] Posea, N., Anghel, Al., Kromek, C. *Calculul static al sistemelor de conducte.* Studii și cercetări de mecanică aplicată, nr. 6, 1980.

[2] Posea, N., Anghel, Al. *Calculul dinamic al sistemelor de conducte.* Studii și cercetări de mecanică aplicată.

[3] Posea, N. *Rezistența materialelor.* Editura didactică și pedagogică, București.

[4] Ghcorghiu, Al. *Concepții moderne în calculul structurilor.* Ed. tehnică, București.

[5] Posea, N. *Cursa de vibrații mecanice.* Litografia I.P.G. Ploiești, 1980.

[6] Massonet, Gh. *Calculul structurilor la calculatoarele electronice.* Ed. tehnică, București.

[7] Klaus-Jurgen Bathe, Edward L. Wilson, Fred F. Peterson. *A structural analysis program for static and dynamic response of linear sytsem.* Berkeley, California, 1973.

[8] Zienkiewicz, B. C. *The finit element metods in structural and continuum mechanics.* Mc Graw-Hill publishing, C. L. England, 1971.

[9] * * * *Petroleum rafinery piping.* American national standard published by engineers, 1973.

Metode de calcul a fluxurilor de gaze și evaluarea stării hidraulice a conductelor de gaze

Dr. ing. **N. Simescu**
Centrala gazului metan Mediaș

I. Curgerea gazului în regim variabil

Calculele privind construirea și exploatarea rețelelor de transport gaze sînt efectuate, în general, presupunînd curgerea gazelor în regim permanent. Dar o astfel de situație nu poate fi niciodată realizată în practică, curgerea gazelor făcîndu-se, mai mult sau mai puțin, în regim variabil.

Se numește regim variabil, în studiul curgerii gazelor, un regim în care debitul și presiunea sînt simultan funcție de timp și de punctul considerat. Invers, cînd presiunea și debitul într-un punct oarecare sînt independente de timp, regimul de curgere este permanent.

Ecuația de continuitate pentru fluide compresibile în mișcare nepermanentă este:

$$\frac{\delta \rho}{\delta t} \mathrm{d}t\nu(\rho U) = 0,$$

cu notații scalare:

$$\frac{\delta \rho}{\delta t} + \frac{\delta(\rho Ux)}{\delta x} + \frac{\delta(\rho Uy)}{\delta y} + \frac{\delta(\rho Uz)}{\delta z} = 0.$$

Ecuațiile de mișcare ale fluidelor ideale (Euler):

$$\frac{\mathrm{d}\vec{U}}{\mathrm{d}t} = \vec{f} - \frac{1}{\rho} \operatorname{grad} p.$$

Dacă ținem seama și de expresia accelerației:

$$\vec{a} = \frac{\mathrm{d}\vec{u}}{\mathrm{d}t} \cdot \frac{\delta \vec{U}}{\delta t} Ux + \frac{\delta \vec{U}}{\delta x} Ux + \frac{\delta \vec{U}}{\delta y} Uy + \frac{\delta \vec{U}}{\delta z} Uz,$$

unde:

$$Ux = \frac{\mathrm{d}x}{\mathrm{d}t}; \quad Uy = \frac{\mathrm{d}y}{\mathrm{d}t}; \quad Uz = \frac{\mathrm{d}z}{\mathrm{d}t}.$$

Ecuația de mișcare a fluidelor ideale se mai scrie:

$$\frac{\delta \vec{U}}{\delta t} + \frac{\delta \vec{U}}{\delta x} Ux + \frac{\delta \vec{U}}{\delta y} Uy + \frac{\delta \vec{U}}{\delta z} Uz = \vec{f} - \frac{1}{\rho} \operatorname{grad} p.$$

În ecuații scalare rezultă:

$$\frac{\delta Ux}{\delta t} + \frac{\delta Ux}{\delta x} Ux + \frac{\delta Ux}{\delta y} Uy + \frac{\delta Ux}{\delta z} Uz = fx - \frac{1}{\rho} \cdot \frac{\delta \rho}{\delta x}.$$

$$\frac{\delta Uy}{\delta t} + \frac{\delta Uy}{\delta x} Ux + \frac{\delta Uy}{\delta y} Uy + \frac{\delta Uy}{\delta z} Uz = fy - \frac{1}{\rho} \cdot \frac{\delta \rho}{\delta y}$$

$$\frac{\delta Uz}{\delta t} + \frac{\delta Uz}{\delta x} Ux + \frac{\delta Uz}{\delta y} Uy + \frac{\delta Uz}{\delta z} Uz = fz - \frac{1}{\rho} \cdot \frac{\delta \rho}{\delta z}$$

În cazul curgerii gazelor printr-o conductă cilindrică în mișcare unidimensională, pentru fluide compresibile, se obțin ecuațiile, știind că:

a — suma forțelor care acționează asupra unei porțiuni elementare de fluid echilibrează forțele de inerție (ecuația de curgere);

b — masa totală a gazului rămîne constantă, deci variațiile de densitate a unei porțiuni de fluid compensează, în fiecare moment, diferențele maselor de gaz intrat și ieșit din această porțiune elementară (ecuația de continuitate).

Aceste ecuaţii se pot pune sub forma generală :

$$\frac{1}{\rho}\frac{\delta\rho}{\delta x}+\left[U\frac{\delta U}{\delta x}+\frac{\delta U}{\delta t}\right]\delta+\frac{\lambda}{2D}U^2+g\frac{\mathrm{d}H}{\mathrm{d}x}=0 \quad (1)$$

$$\frac{\delta\rho}{\delta t}+\frac{\delta(\rho U)}{\delta x}=0 \quad (2)$$

unde :

$\rho(x, t)$ este masa specifică a gazului în punctul M şi la timpul t;
x — abscisa unui punct M al conductei;
$U(x, t)$ — viteza liniară a gazului;
t — timpul;
$\lambda(D, Q, e)$ — coeficientul de pierdere de sarcină a conductei;
D — diametrul conductei;
ρ_0 — masa specifică a aerului în condiţii de referinţă;
g — acceleraţia gravitaţională;
$\frac{\mathrm{d}H}{\mathrm{d}x}$ — panta hidraulică;
δ — un coeficient fără nici o semnificaţie fizică; i se atribuie valoarea 1 sau 0, după cum se doreşte sau nu, ca în ecuaţia pierderii de sarcină (1) să se conserve termenul de inerţie;
P_0 — presiunea de referinţă;
T_0 — temperatura de referinţă;
$P(x, t)$ — presiunea gazului într-un punct la un moment dat;
$Q(x, t)$ — debitul de gaze dintr-o secţiune la un moment dat;
$Z(P)$ — coeficientul de compresibilitate a gazului;
e — rugozitatea;
s — densitatea gazului în raport cu aerul;
μ_0 — vîscozitatea absolută a gazului;
R — nr. Reynolds.

$$\rho=\rho_0\frac{s}{z}\cdot\frac{P}{P_0}\cdot\frac{T_0}{T}=\frac{P}{\alpha\cdot z},\qquad \alpha=\frac{P}{\rho_0 s}\cdot\frac{T}{T_0},$$

$$U=\frac{4z}{\pi D^2}\cdot\frac{P_0}{P}\cdot\frac{T_0}{T}Q=\gamma\frac{zQ}{P},\qquad \gamma=\frac{4P_0}{\pi D^2}\cdot\frac{T}{T_0}.$$

Simplificînd ecuaţiile de mai sus cu U şi ρ se obţine :

$$\alpha\cdot\frac{z}{P}\frac{\delta P}{\delta x}+\delta\gamma^2\cdot\frac{zQ}{P}\cdot\frac{\delta}{\delta x}+\left[\frac{zQ}{P}\right]+\delta\gamma\frac{\delta}{\delta t}\left[\frac{zQ}{P}\right]+$$
$$+\frac{z^2Q^2}{P^2}\cdot\frac{\gamma^2\lambda}{2D}+g\frac{\mathrm{d}H}{\mathrm{d}x}=0,$$

$$\frac{z}{P}=\frac{\mathrm{d}z}{\mathrm{d}P}\Big]\frac{\delta P}{\delta t}+\frac{\gamma z^2}{P}\cdot\frac{\delta Q}{\delta x}=0.$$

Dacă :

$\delta = 0$ (termenul de inerţie se neglijează);
$z = 1$ (gaz perfect);
$\lambda = \mathrm{ct}$ (coeficient de pierdere de sarcină, independent de debit);
$\frac{\mathrm{d}H}{\mathrm{d}x}=0$ (conductă orizontală),

$$\frac{\alpha}{P}\cdot\frac{\partial P}{\partial x}+\frac{\gamma^2\cdot\lambda\cdot Q^2}{2DP^2}=0,$$

$$\frac{\partial P}{\partial t}+\gamma\frac{\partial Q}{\partial x}=0,$$

$$K=\frac{\lambda\gamma^2}{D\alpha}=\frac{16}{\pi^2}\cdot\frac{T}{T_0}P_0\vec{\rho}_0 s,$$

$$K'=D^2\gamma=\frac{4}{\pi}\cdot\frac{F}{T_0}\cdot P_0,$$

$$\frac{\partial P^2}{\partial x}=-\frac{K}{D^5}Q^2,$$

$$\frac{\partial P}{\partial t}-=\frac{K'}{D^2}\frac{\partial Q}{\partial x}.$$

II. Metode tehnice de calcul hidraulic al conductelor

Aşa după cum s-a arătat, curgerea gazelor prin conductele magistrale de transport este un fenomen complex şi are loc, în general, într-un regim nestaţionar, caracterizat printr-un sistem de ecuaţii cu derivate parţiale, neintegrabil sub aspect matematic. Rezolvarea acestui sistem de ecuaţii este posibilă numai prin simplificări şi impunerea unor condiţii limită, prin modelări matematice şi similitudini (utilizarea reţelelor pasive în analogie electrică — Kirchoff —, metoda Hardy-Cross, analogii electrice de frecvenţă înaltă, modelare pe calculatoare analoage etc.).

De aceea, în rezolvarea ei, calculele hidraulice se efectuează considerînd curgerea în regim staţionar, turbulent sub aspectul numărului Reynolds, şi izoterm, sub aspectul schimbării temperaturii în timpul curgerii gazelor, obţinîndu-se ecuaţia de continuitate sub forma :

$$2\frac{\mathrm{d}v}{v}+\frac{2\cdot p\cdot\mathrm{d}p}{q_1 p_1 v_1^2}+\lambda\frac{\mathrm{d}x}{D}=0,$$

care, prin integrarea și neglijarea unor termeni, se poate pune sub forma utilizării ei practice și anume:

$$Q = 0{,}01514 \frac{T_0}{P_0} \sqrt{\frac{1}{Z \cdot \Delta \cdot T}} \cdot \sqrt{\frac{1}{\lambda}} \cdot \sqrt{\frac{(P_1^2 - P_2^2) \cdot D^5}{L}},$$

Q, m³/h; $P_0 = 1{,}0333$ kgf/cm²;
$T_0 = 0°C = 273°K$; $P_1 P_2$, kgf/cm² abs;
D, cm; L, km;
Δ — densitatea relativă a gazelor în raport cu aerul;
λ = coeficientul de frecare $= f$ (*Re*, asperitatea relativă K și de diametrul conductei);
T — temperatura medie a gazelor în conductă $\simeq 283°K$;
$Z = f(P_2 T)$ — coeficientul de compresibilitate a gazelor.

Pentru conducte magistrale de transport gaz metan cu diametrul pînă la 600 mm se poate utiliza relația Weymonth:

$$Q = 1{,}532 \sqrt{\frac{(P_1^2 - P_2^2) D^{5{,}33}}{L}}$$

în condițiile în care:

Q = debitul, m³/h;
$P_1 P_2$, kgf/cm² abs;
D, cm;
L, km;
$Z = 1$;
$T = 283°K$;
$\Delta = 0{,}504$.

Pentru țevi cu diametrul peste 600 mm se recomandă folosirea formulei desfășurate, în care valorile lui Z se vor lua din diagrame pentru condițiile efective de stare (P, T), Δ se va determina în funcție de compoziția efectivă a gazelor, $T = 283°K$, pentru gazele necomprimate, și 298°K, pentru gazele comprimate.

λ se va calcula din diagrama Moody, prin care sînt determinate domeniile indicate de Nicuradze, Smith și Colebrook, în funcție de numărul *Re* și de asperitatea relativă $\left(\frac{K}{D}\right)$.

Pentru o primă aproximație:

$$Re = 2340 \frac{Q}{D}$$

în care:

Q = debitul, m³/h;
D, cm.

În S.U.A., pentru țevile de peste 250 mm diametru, se indică o asperitate $K = 0{,}01778$ mm, în Europa pentru țevile noi trase $K = 0{,}02 - 0{,}10$ mm, iar pentru țevile sudate $K = 0{,}04 - 0{,}10$ mm. Deoarece aceste valori sînt indicate pentru țevile noi și cum pînă la curgerea gazelor prin ele suprafața interioară a acestora se mai deteriorează, se propune a se adopta, în calcule, pentru țevile trase, $K = 0{,}05$ mm, iar pentru țevile sudate, $K = 0{,}10$ mm.

Pentru țevile rețelelor de distribuție se propune a se lua în calcul $K = 0{,}50$ mm.

Un procedeu modern, care a început să fie utilizat de unii furnizori de țevi (Japonia, S.U.A. etc.), constă în acoperirea interioară a țevilor cu rășini sintetice, bituminare sau cu emailuri, ceea ce are drept urmare, pe lîngă o protecție anticorozivă interioară, și o scădere a asperității pînă la 0,05 mm și o scădere a valorii coeficientului de frecare λ = cu circa 50%

Deoarece conductele au numeroase schimbări de direcție, în plan orizontal și vertical, rezistențe interioare date de suduri, armături etc., pierderile de presiune în asemenea situații sînt date prin relația:

$$\Delta_p = \varphi \frac{v^2 \gamma}{2g}, \text{ kgf/cm}^2.$$

În cazul curgerii neizoterme, expresia căderii de presiune are aceeași formă ca și în cazul curgerii izoterme, cu deosebirea că în locul valorii T se va lua în considerare T_m.

$$T_m = \frac{1}{L} \int_0^L \frac{L}{T_x} dx = T_s + \frac{T_0 - T_s}{a \cdot L} (1 - e^{-La})$$

$$a = K \frac{\pi \cdot D}{Q_0 \gamma_0 C_p}$$

K — coeficient de schimb de căldură, kcal/mp°C.h;
D — diametrul conductei, m;
T_s — temperatura solului, °C;
T_0 — temperatura gazelor la plecare, °C;
L — lungimea conductei, m;
Q_0 — debitul, Nm³/h;
γ_0 — greutatea specifică a gazului, kgf/m³;
C_p — căldura specifică a gazului, kcal/kg;
x — distanța într-un punct fix de origine, m.

Ținînd seama de efectul Thompson-Joulle, temperatura într-un punct aflat la distanța x de origine, în cazul destinderii izoentalpice va fi:

$$T_x = T_s + (T_0 - T_s) \cdot e^{-ax} - \frac{J}{a}(1 - e^{-ax}),$$

unde:
J, °C/km.

Determinarea temperaturii minime a gazelor în conductă este necesară pentru compararea punctului de rouă al gazelor, atît pentru apă, cît și pentru hidrocarburi și pentru a se deduce dacă în conductă este posibilă apariția fazei lichide.

III. Evaluarea stării hidraulice a conductelor de gaze

Evaluarea stării hidraulice a conductelor de gaze se poate referi la aspecte de economicitate în asigurarea fluxurilor de gaze, prin conjugarea unor parametri de proiectare în cazul unor conducte noi (presiune inițială, presiune finală, diametru, comprimarea gazelor etc.). De asemenea, la evaluarea stării hidraulice a unor conducte de gaze aflate în exploatare se poate lua în considerare modificarea capacității de transport proiectate, prin schimbarea stării inițiale a interiorului conductelor, ceea ce afectează rugozitatea, sau prin depuneri în interiorul conductelor de materiale solide sau lichide, ceea ce, de asemenea, diminuează capacitatea de transport.

1. *Evaluarea și alegerea parametrilor tehnico-economici în proiectarea conductelor de gaze*

Pe plan mondial, în ultimii ani activitatea de transport a gazelor la mare distanță a început să se afirme ca o industrie aparte, care condiționează, în același timp, dezvoltarea celorlalte industrii.

Construirea conductelor de transport la mare distanță este dictată, în principal, de volumul rezervelor de gaze, de amplasarea marilor centre de consum și de tendințe în perspectivă a dezvoltării consumului.

Costul transportului gazelor, împreună cu costul acestora, au o importanță capitală pentru dezvoltarea consumului industrial și menajer în condiții rentabile, fapt pentru care volumul investițiilor trebuie redus prin adoptarea unei scheme optimale a rețelelor de transport și prin utilizarea oțelurilor superioare. Cheltuielile de exploatare trebuie reduse prin optimizarea proceselor tehnologice aferente, automatizarea acestora și prin folosirea metodelor moderne, tehnice și de calcul, în rezolvarea vîrfurilor de consum sezoniere și orare, apropierea regimului de curgere nestaționar al gazelor de regimul staționar, pentru a se utiliza intensiv și economic capacitățile de producție și de transport, precum și folosirea celor mai adecvate metode de planificare a producției și importului de gaze, în funcție de necesitățile de consum.

Față de cele de mai sus se propun următoarele criterii și metode de comparare a variantelor sistemelor de transport, sub aspectul economicității lor:

Investiția relativă în funcție de presiunile luate în considerare

$$I_r = \frac{\text{prețul țevii}}{\text{volumul gazului conținut}} = \frac{P_t}{V'}$$

$P_t = \pi \cdot D_m \cdot s \cdot g \cdot p$;

D_m — diametrul mediu;

s — grosimea peretelui $= \dfrac{P \cdot D_e}{2\gamma a}$;

P — presiunea gazului;

γa — efortul admisibil;

g — greutatea specifică a oțelului;

p — costul unui kg de țeavă;

$$V = \frac{\pi \cdot D_i^2}{4} \cdot \frac{P}{Z(P \cdot T)}$$

D_i — diametrul interior;

$Z(P \cdot T)$ — coeficientul de compresibilitate a gazelor.

$$I_r = \frac{\pi D_m \dfrac{P \cdot D_m}{2\sigma a} \cdot g \cdot p}{\dfrac{\pi \cdot D_m^2}{4} \cdot \dfrac{P}{Z(P \cdot T)}} = \frac{2 \cdot g \cdot p}{\sigma_a} \cdot Z(P \cdot T)$$

Cum prețul unitar al materialului tubular este o chestiune de conjunctură, din relația de mai sus rezultă că pentru a scădea investiția relativă trebuie acționat în sensul reducerii raportului

$$\frac{g \cdot Z(P \cdot T)}{\sigma_a}$$

adică să se folosească materiale de calitate superioară, iar transportul să se efectueze în condiții de presiune și temperatură care să dea un Z (P, T) minim.

Pentru gazul metan presiunea optimă, teoretic, este de 155 atm pentru o temperatură de 10°C. Dar nu trebuie confundată presiunea optimă teoretică cu cea mai avantajoasă presiune practică, care este determinată de calitatea și geometria materialului tubular și de costul său, de presiunea disponibilă în zăcămintele de gaze și de raționabilitatea exploatării acestora, de cheltuielile aferente tratării și comprimării gazelor, de distanța de transport etc.

În această situație valoarea optimă practică a presiunii inițiale și de comprimare este cea corespunzătoare utilizării întregii capacități de rezistență a materialului tubular și care asigură, în același timp, cheltuieli minime de exploatare și de epuizare rațională a zăcămintelor de gaze.

Față de această situație și de experiența din România, se propune ca valorile presiunilor inițiale și de comprimare să fie următoarele:

— pentru conductele magistrale internaționale, 65—75 atm;

— pentru conductele magistrale naționale, 40—55 atm.

Presiunea finală are o influență mai mică asupra debitului transportat printr-o conductă magistrală de gaze, iar coborîrea ei sub o anumită limită nu este posibilă întotdeauna, depinzînd de natura livrărilor.

Spre exemplificare se redă în tabelul 1 reducerea capacității de transport a conductei, cu creșterea presiunii finale.

Tabelul 1

P_1, ata	P_2, ata	Capacitatea, conductei, %	Red. capacit. conductei de gaz, %
100	0	100,0	0
100	10	99,5	0,5
100	20	98,0	2,0
100	30	95,4	4,6
100	40	91,6	8,4
100	50	86,5	13,5
100	60	80,0	20,0
100	70	71,4	28,6
100	80	60,0	40,0
100	90	43,5	56,5
100	95	31,5	68,5
100	100	0	100,0

Determinarea diametrelor conductelor

O serie de considerente tehnico-economice stabilesc lungimea conductei, debitul de gaze de vehiculat, presiunile inițiale și de comprimare, presiunile finale, dispunerea surselor de gaze și a consumatorilor etc.

Cu aceste date urmează să se calculeze diametrul conductelor, grosimile de perete în funcție de calitatea materialului tubular de care se poate dispune, numărul stațiilor de compresoare, distanța între ele și rația de comprimare etc., după cum urmează.

Sistemul de conducte magistrale de gaze se va construi etapizat, ținîndu-se seama de dinamica în timp a necesarului de gaze și de posibilitățile reale pentru realizarea capacităților de producție și transport, dar va trebui să respecte principiul de a avea o capacitate maximă necesară asigurată pentru fiecare consumator, chiar dacă aceasta atinge nivelul maxim într-o perioadă mai îndelungată de timp.

Ceea ce se construiește într-o etapă trebuie să corespundă și etapei finale de dezvoltare a sistemului de transport gaze; aceasta înseamnă că procesul tehnologic al întregului sistem se va calcula unitar pentru faza finală de dezvoltare.

Un sistem de conducte magistrale de transport gaze poate fi proiectat pentru un cost minim de investiție sau pentru un cost minim de exploatare, dar este recomandabil să se urmărească minimalizarea cheltuielilor totale de exploatare și de investiții.

De remarcat este faptul că datorită restricțiilor tehnice și de costuri, economicitatea transportului gazelor prin conductele magistrale nu ține seama de bilanțul energetic (consum de energie minim la presiuni mai mari de 150 atm), ci de bilanțul economic care se determină în funcție de cheltuielile de investiții și exploatare.

Pentru distanțele mari, impuse de realizarea sistemului de conducte magistrale, ar trebui ca diametrul acestora să asigure circa 60—70% din debitul maxim orar final necesar diferitelor zone de consum, diferența de 30—40% urmînd a fi asigurată cu ajutorul stațiilor de comprimare.

În proiectarea diametrelor conductelor magistrale trebuie avută în vedere o mică supradimensionare, care poate influența foarte mult nivelul presiunilor inițiale sau de comprimare. Astfel, dacă D_c = diametrul rezultat din calcule și D_a = diametrul ales, P_{ic} = presiunea inițială sau de comprimare rezultată din calcul, iar $P_{ir} = f(D_a)$, se obține pentru aceeași lungime de conductă:

D_a/D_c	1,023	1,050	1,075	1,100
P_{ir}/P_{ic}	0,935	0,870	0,820	0,700

O mărire a diametrului conductelor față de valorile rezultate din calcul cu numai 5% nu va influența, decît foarte puțin, costul de investiții, dar va avea în același timp o influență mare asupra cheltuielilor de exploatare, prin coborîrea presiunii inițiale și de comprimare sau va asigura un surplus de capacitate de transport necesară preluării vîrfurilor maxime orare.

Trebuie remarcat însă faptul că o mărire mai importantă a diametrului conductelor nu reprezintă o soluție economică datorită costurilor ridicate și a duratei mari de funcționare a conductelor, ceea ce implică asigurarea cu resurse gaziere timp de zeci de ani, situație nu întotdeauna posibilă.

Din acest punct de vedere apare mai avantajoasă mărirea capacității de transport prin comprimare, deoarece stațiile respective de comprimare se amortizează într-un timp mai scurt.

Deoarece din calcul rezultă că la debite mari, pentru aceeași distanță, diametrul economic crește, pentru magistralele de bază ale sistemului de gaze sînt recomandabile conducte cu Ø 800—1 400 mm, construite din oțeluri superioare (X60—X85).

Comprimarea gazelor

Pentru comprimarea gazelor pe conductele magistrale se utilizează compresoare cu piston sau centrifugale, alegerea fiind determinată de mărimea debitului și a rației de comprimare, modul de antrenare, consumul de combustibil și lubrefianți, unitățile de rezervă, durata de funcționare între două revizii, asigurarea răcirii etc.

La rații mici și la debite mari ($r < 1{,}5$; $Q > 5\,000\,000$ m^3/zi) se recomandă compresoare centrifugale antrenate de turbine de gaze.

Ca regulă generală, pentru un sistem de transport liniar, cel mai scăzut consum de energie se

obține menținînd presiunea de refulare la stațiile de comprimare intermediare la valorile maxime admise de materialul tubular și presiunea de refulare a ultimei stații la valoarea cea mai scăzută, însă suficientă pentru acoperirea variațiilor de consum.

Variațiile de consum la ultima stație pot fi urmărite de aceasta, fie prin refulare cu debit constant, cu variații ale presiunii de refulare și cu o înmagazinare a gazelor aval de stație, fie refulînd la presiune constantă și realizînd înmagazinarea variațiilor de debit în amonte de ea.

Distanța optimă între stațiile de comprimare este aceea care corespunde unei pierderi de sarcină de maximum 30% sau unui raport de comprimare de pînă la 1,4, ceea ce corespunde la circa 100 km.

Se poate asigura optimizarea funcționării stațiilor de comprimare minimizînd raportul:

$$\frac{V_{mf} + V_{mv}}{w}$$

în care:

V_{mf} este valoarea mijloacelor fixe;

V_{mv} — valoarea mijloacelor variabile;

w — puterea instalată.

Valoarea mijloacelor fixe și a celor variabile poate fi scăzută prin utilizarea turbocompresoarelor monobloc cu randamente de 25—28% și prin simplificări constructive în toate instalațiile, utilizarea răcirii cu aer etc.

Pentru debite de 10—20 000 000 m³/zi este recomandabilă folosirea turbocompresoarelor de circa 4—6 000 CP/1 unitate, funcționînd în serie sau paralel, pentru a avea o elasticitate și fiabilitate maximă, la care se prevede o rezervă de 25—30% față de puterea necesară. Durata între două revizii la aceste compresoare trebuie să acopere perioada optimă de funcționare (circa 150—200 zile/an).

Temperatura maximă de refulare a gazelor comprimate nu trebuie să depășească 50°C pentru a nu distruge izolația conductelor.

2. *Evaluarea stării hidraulice a conductelor de gaze existente în funcțiune*

În exploatare, periodic sau în anumite cazuri, se verifică starea hidraulică a conductelor de transport gaz. Această verificare se efectuează prin măsurători de debite și presiuni cu conductele în funcțiune, asigurîndu-se, pe cît posibil, un regim de curgere stabilizat, comparîndu-se rezultatul măsurătorilor cu curbele caracteristice teoretice ale căderilor de presiune. Din aceste comparații pot rezulta următoarele situații:

- curbele rezultate din măsurători se suprapun, în mare măsură, cu curbele teoretice ale căderilor de presiune ale debitelor luate în considerare și tronsonul respectiv supus verificării. În această situație se apreciază ca normală starea hidraulică a conductei de gaze;
- curbele căderilor de presiune rezultate din măsurători sînt translate aproximativ paralel cu curbele teoretice. În acest caz se procedează la curățirea conductelor (godevilări, refulări de impurități etc.) și la verificări prin sondaje a aspectului pereților interiori ai conductei; în funcție de rezultatul acestor acțiuni, se iau măsurile tehnice necesare și, de la caz la caz, se reconsideră, prin coeficienți de corecție, capacitatea de transport a respectivei conducte;
- curba măsurătorilor căderilor de presiune prezintă abateri importante și neregulate față de curba teoretică a căderilor de presiune.

Astfel de rezultate indică prezența unor obturări a secțiunii conductelor, cu caracter local sau pe zone mai întinse, obturări datorate unor depuneri de impurități solide sau lichide, deformări ale conductelor sau existența unor organe de secționare închise parțial.

În aceste cazuri măsurătorile de presiune se execută pe porțiuni de conductă din ce în ce mai restrînse ca lungime, urmărindu-se delimitarea precisă a zonei ce prezintă obturări, funcție de care se stabilesc măsurile tehnice de remediere.

În general, afectarea stării hidraulice a conductelor de gaze reprezintă o consecință a tratării necorespunzătoare a gazelor înaintea introducerii lor în conductele de transport (coroziuni interioare, depozite de impurități, formări de dopuri de criohidrați sau de gheață etc.), sau ca urmare a unei tehnologii necorespunzătoare de montaj a conductelor.

Cum, cel puțin pentru condițiile din țara noastră, practica exploatării a evidențiat, ca majoră, drept cauză a diminuării capacităților de transport, calitatea necorespunzătoare a tratării gazelor, preocupările se vor îndrepta, în mod susținut, în următoarele direcții:

— îmbunătățirea filtrării și separării gazelor în schele de transport, pe traseul conductelor și în instalațiile tehnologice;

— uscarea gazelor (deshidratarea gazelor de apă sub formă de vapori);

— dezbenzinarea gazelor;

— deetanizarea gazelor;

— efectuarea periodică a analizei gazelor în schelele de extracție, în instalațiile tehnologice branșate pe conducte de transport și la consumatori.

Forajul de la Căscioarele şi cîteva aspecte ale evoluţiei Platformei Moesice

Dr. geol. **D. Parasehiv** şi biol. **M. Popescu**
I.C.P.P.G. Cîmpina

La aproximativ 40 km vest-nord-vest de Bucureşti se află în foraj sonda 3 900 Căscioarele, programată să sape la adîncimea de 3 900m. Deşi talpa sondei a ajuns în prezent la 3 322 m, informaţiile furnizate, confirmînd concepţia geologică care a stat la baza proiectării ei, sînt extrem de interesante şi merită să fie comentate; este tocmai ceea ce-şi propune articolul de faţă.

Forajul în discuţie a fost amplasat pe baza prospecţiunilor seismice care indicau existenţa unei importante ridicări sub nivelul jurasicului mediu. La rîndul ei, aceasta se suprapune unei anomalii magnetometrice pozitive, fapt care sugerează existenţa, în profunzime, a unui corp magmatic. Ideea este susţinută şi de fragmentele de granite remaniate în formaţiunile prejurasice de la Petreşti (fig. 1).

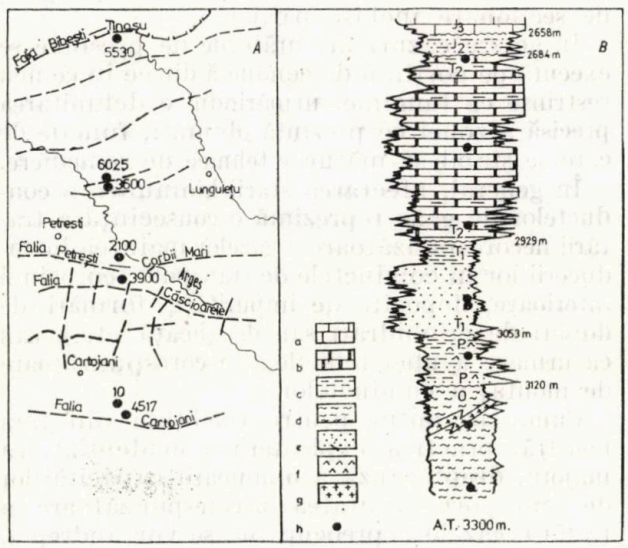


Fig. 1. *A*. Sectorul central-nordic al Platformei moesice. Principalele falii şi poziţia sondelor adînci.
B. Profilul sondei 3900 Căscioarele la nivelul prejurasicului: *a* – calcare; *b* – dolomite; *c* – marne sau argile; *d* – argilite; *e* – gresii sau nisipuri; *f* – anhidrite; *g* – magmatite; *h* – carote mecanice.

De la suprafaţă şi pînă la adîncimea de 1 640 m secţiunea traversată este reprezentată prin cuaternar, pliocen şi sarmaţian, termeni ce alcătuiesc, din punct de vedere litofacial, Grupul Buzău. La partea superioară a acestui grup poate fi separată Formaţiunea de Ianca (cuaternarul, romanianul şi dacianul), iar la cea inferioară Formaţiunea de Urziceni (incluzînd ponţianul, meoţianul şi sarmaţianul). Caracteristicile litologice şi conţinutul biostratigrafic al termenilor aduşi în discuţie se cunosc din lucrările anterioare [3].

De la 1 640 m şi pînă la 2 658 m au fost traversate depozitele carbonatice ale cretacicului şi malmului. Alcătuite din mai multe varietăţi de calcare, calcare dolomitice, mai rar dolomite şi marnocalcare, aceste roci, care s-au acumulat în medii variate, se caracterizează printr-un bogat conţinut micro şi macro-faunistic [1; 6].

După toate probabilităţile, malmul se dispune peste dogger, care ar putea cumula, aici, o grosime de maximum 26 m. În această secţiune sînt prezente argile, marno-calcare şi gresii silicioase, care constituie un corespondent al Formaţiunii de Balş [4].

La adîncimea de 2 684 m, sonda a intrat în Formaţiunea de Alexandria (± triasicul mediu), pe care a traversat-o, în întregime, pînă la 2 929 m, ceea ce înseamnă o grosime de 245 m. Valoarea apare apreciabilă şi suprinzătoare pentru această zonă ridicată. Cele patru carote extrase din formaţiunea respectivă indică dolomite microgranulare şi mezocristaline, albicioase-gălbui sau cenuşii, precum şi calcare pseudoolitice, impurificate cu argilă. Conţinutul palinologic şi microfaunistic pledează pentru vîrsta anisiană a eşantioanelor examinate.

Între 2 829 şi 3 053 m s-a întîlnit triasicul inferior, alcătuit dintr-un termen superior — Orizontul pelitic de Viişoara şi din altul inferior — Orizontul grezos de Brădeşti. Ultimul, carotat continuu pe intervalul 3 004—3 014 m, apare constituit din nisipuri cu bobul fin şi mijlociu, precum şi din intercalaţii de marno-argile şistoase, friabile; acest ansamblu de roci terigene are culoarea roşie şi brună.

De la 3 053 şi pînă la 3 120 m au fost traversate argilele cărămizii şi roşcate, compacte, cu incluziuni de gips aparţinînd, probabil, permianului. Întreaga secvenţă triasică şi permiană de pe intervalul 2 929—3 120 m, alcătuind Formaţiunea de Roşiori [4], este lipsită, în această sondă, de resturi fosile determinabile.

Depozitele continental-lagunare ale permianului se dispun, direct, peste Argilitele de Ţăndărei. Întîlnite la 3 120 m, acestea n-au putut fi transversate în întregime pînă la adîncimea actuală de 3 322 m.

Cele două carote extrase din formaţiunea amintită, pe intervalele 3 144 — 3 149 m şi, respectiv, 3 274 — 3 277 m, au indicat argilite piritoase negricioase, fin micafere, cu subţiri diaclaze colmatate cu pirită şi rare intercalaţii (pînă la 3 cm) de microgresii argilo-se-

ricitice, dure, cenușii-negricioase cu numeroase diaclaze de pirită, calcit și cuarț; argilite cenușii-negricioase, foarte fin micafere, cu înclinări de 18°. Pe intervalul 3 144—3 149 m s-a interceptat și un filon de bazalt hidrotermalizat, cenușiu-deschis și roșcat, avînd diaclazele colmatate cu pirită.

Din prima carotă (3 144—3 149 m) a fost determinată o asociație palino-protistologică, constînd din următoarele forme: Acanthodiacrodiuna cf ubui Martin, A. angustizonale Burn, A. sp., Gonyosphaeridium dentatum Tim., G. adligans (Tim.), G. cf. pungens (Tim.), Coryphidium bohemicum Vav., Micrhystridium shintonense Down., M. stellatum Defl., Cymatiogalia cristata (Down.), C. columellifera (Defl.), Baltisphaeridium dasyacanthum Tim., B. cf. brevifurcatum (Eis.), B. cinctum (Tim.), Archaeohystrucosphaeridium sp., Vulcanisphaera africana Deunff, Veryhachium minutum Downie, V. valiente Cramer, Pterospermopsis onondagensis Defl., Leiofusa sp., Protosphaeridium densum Tim., P. asaphum Tim.

Cea de-a doua carotă (3 274—3 277) a avut un conținut similar, constînd din: Cymatiogalea cristata (Down.), C. columellifera (Defl.), Acanthodiacrodium simplex Comb., A. cf. decipiens (Tim.) Defl., Goniosphaeridium adligans (Tim.), Micrhystridium parincospicum Defl., Baltisphaeridium manum (Defl.), Stok., Will., B. sp., Lophominuscula sp.

Asociațiile palino-protistologice determinate indică ordovicianul inferior, cu trecere la cambrian.

Profilul sondei 3 900 Căscioarele diferă substanțial de succesiunea stratigrafică traversată de forajele adînci, amplasate în regiune. Astfel, sonda 6 025 Brîncoveanu (fig. 2), care a evidențiat cea mai completă secvență din zonă, a întîlnit, sub dogger, direct triasicul inferior, dolomitele Formațiunii de Alexandria (T2) lipsind. Complexul sedimentar-vulcanogen de Ciurești (permianul) lipsește și el, deoarece sonda respectivă a intrat din Orizontul de Brădești (T1), direct în carboniferul terigen (Formațiunea de Vlașin), iar de aici în Formațiunea de Călărași (dinanțian-devoniană), apoi în Grezocuarțitele de Smirna (devonian mediu-inferior) și, în final, în Argilitele de Țăndărei, mai precis în partea superioară a acestora, aparținînd eodevonianului și ludlovianului. Mai la nord, sonda 5 530 Gura Suții a intrat din jurasic direct în permian, în care a rămas cu talpa. Forajul 4 517 Cartojani, amplasat la sud de Căscioarele (fig. 1; 2) a traversat, succesiv, triasicul mediu, triasicul inferior și apoi a săpat 2 940 m în permianul cu sare, pe care nu l-a epuizat în întregime, pînă la adîncimea de 4 502 m.

Imaginea sugerată de foraje, ca și de profilele seismice disponibile, este aceea că marginea platformei dinspre avanfosă este alcătuită din

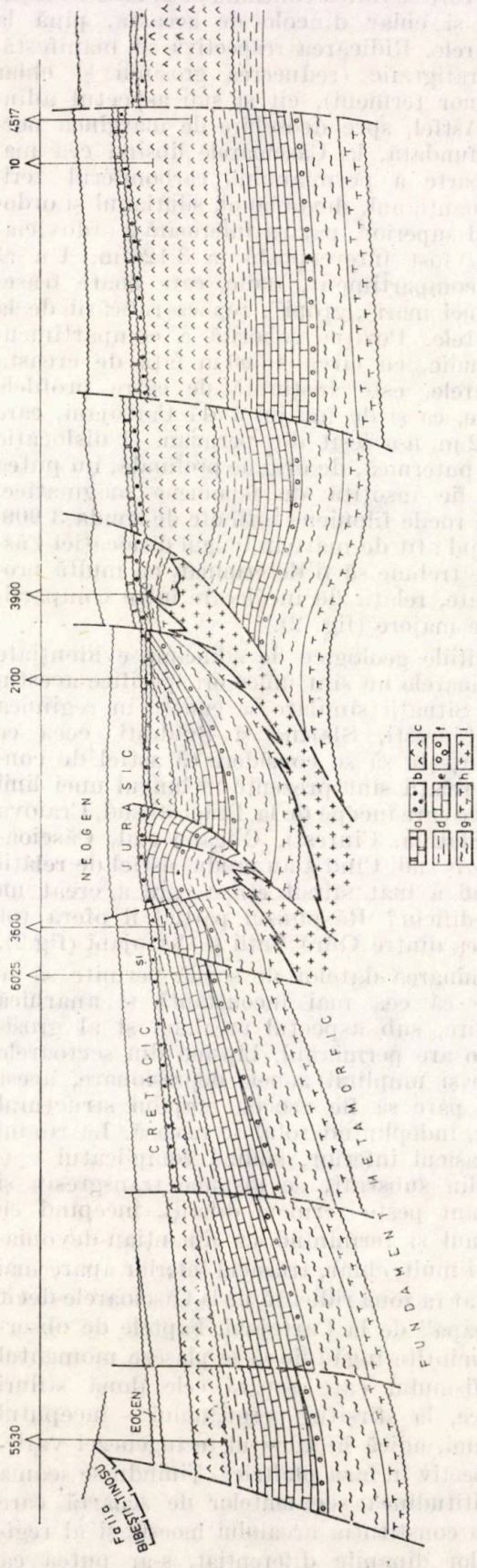


Fig. 2. Secțiune geologică între Gura Suții și Cartojani:
a – Formațiunea de Alexandria (T2); *b* – Orizontul de Brădești (T1); *c* – Complexul sedimentar-vulcanogen de Ciurești (Pm); *d* – Formațiunea de Vlașin (Cb$_2$); *e* – Formațiunea de Călărași (D$_2$–Cb$_1$); *f* – grezocuarțitele de Smirna (D$_2$); *g* – Argilitele de Țăndărei (O–D$_1$); *h* – cuarțitele de Mangalia (C(?)–O); *i* – magmatitite.

două compartimente majore. Un compartiment nordic, care se ridică continuu de la falia Bibești-Tinosu și chiar dincolo de aceasta, pînă la Căscioarele. Ridicarea respectivă se manifestă, atît stratigrafic (reducerea grosimii și chiar lipsa unor termeni), cît și sub aspectul adîncimii. Astfel, spre deosebire de marginea nordică, afundată, la Căscioarele lipsind cea mai mare parte a permianului, carboniferul terigen, dinanțianul, devonianul, silurianul și ordovicianul superior, partea inferioară a ordovicianului a fost interceptată la 3 120 m. Un al doilea compartiment, sudic, care poate fi asemuit unei mari „gropi", replica ridicării de la Căscioarele. Poziția coborîtă a compartimentului sudic, cu circa 4 500 m față de creasta Căscioarele, este susținută de către profilele seismice, ca și de forajul 4 517 Cartojani, care la 4 502 m, n-a ieșit din permian. O dislocație atît de puternică, de origine profundă, nu putea să nu fie însoțită de fenomene magmatice, dovadă rocile filoniene întîlnite de sonda 3 900. Decalajul atît de mare în lungul dislocației Căscioarele trebuie să fi determinat, cu multă probabilitate, relații de încălecare între compartimentele majore (fig. 2).

Condițiile geologice de adîncime evidențiate la Căscioarele nu sînt unice ori specifice acestui sector. Situații similare se cunosc în regiunea Optași-Ciurești, Slatina și Brădești, ceea ce îndreptățește să se considere că astfel de condiții și relații sînt prezente în lungul unei linii tectonice care începe de la Brădești sud, Craiova nord, Slatina, Ciurești, Gliganu sud, Căscioarele, Periș sud. Cînd s-au produs astfel de relații sau cînd a luat sfîrșit etapa care a creat un atare edificiu? Răspunsul parțial îl oferă tot secțiunea dintre Gura Suții și Cartojani (fig.2).

Examinarea datelor de sondă permite să se observe că cea mai inconstantă și anarhică răspîndire, sub aspectul arealului și al grosimilor, o are permianul. Lipsind din sectoarele ridicate și umplînd zonele depresionare, acest termen pare să fie asociat etajului structural inferior, îndeplinînd rolul de molasă. La rîndul lui, triasicul inferior, sfidînd complicatul eșafodaj din substrat, se dispune transgresiv și discordant peste termeni diferiți, începînd cu permianul și terminînd cu dinanțian-devonianul. Mai mult, chiar, triasicul inferior apare mai dezvoltat în zona ridicată de la Căscioarele decît în „groapa" de la Cartojani. Faptele de observație amintite îngăduie să se plaseze momentul diastrofismului care separă cele două stiluri tectonice, la sfîrșitul permianului — începutul triasicului, adică la sfîrșitul tectogenezei varisce, respectiv în faza pfaltzică. Ținîndu-se seama de multitudinea segmentelor de scoarță care intră în constituția arealului moesic și al regimului lor dinamic diferențiat, s-ar putea ca momentul în discuție să nu fie sincron pe ansamblul platformei.

Modul de distribuție și variația grosimilor permianului și, într-o măsură mai redusă, a carboniferului terigen (Formațiunea de Vlașin), asociate cu diversitatea înclinărilor depozitelor din substratul triasicului și cu unele informații de natură seismică, lasă să se întrevadă existența unor cute la nivelul paleozoicului, cel puțin în zona dislocației Căscioarele (fig. 2). În concepția actuală, astfel de elemente structurale ar putea fi puse pe seama coliziunii dintre diferitele compartimente ale platformei.

Extinzînd sfera observațiilor dincolo de zona Căscioarele se constată că triasicul inferior diferă de triasicul mediu (Formațiunea de Alexandria) sub aspectul orientării ariilor de distribuție și al izopahitelor. De asemenea, Formațiunea de Alexandria se distinge, la rîndul ei, de cuvertura jurasică, din aceleași puncte de vedere. Toate aceste schimbări de stil tectonic, arii de răspîndire și de orientare a depocentrelor s-ar putea explica prin exercitarea influenței unor factori de ordin global. Este vorba de procesele de împingere determinate de expansiunea ritmică și alternativă a Platformei est-europene și a Scutului nord-african. Pe cuprinsul microplăcii moesice, în timpul paleozoicului, pare să fi dominat presiunea din direcția sudică (a Scutului nord-african). Triasicul inferior poartă amprenta expansiunii Platformei est-europene. În timpul triasicului mediu s-a restaurat „autoritatea" Scutului nord-african, iar în malm-cretacic, întreg arealul Platformei moesice a evoluat sub influența presiunilor venite din direcția estică.

Aspectele geologice relevate ori subliniate de forajul 3 900 Căscioarele au o importanță deosebită în orientarea lucrărilor de prospecțiune și explorare pentru țiței și gaze. Proiectarea acestor lucrări trebuie să țină seama de principalele etape de evoluție ale platformei, pentru că ariile de distribuție ale formațiunilor de interes, zonale de facies, stilul tectonic, procesele hidrodinamice și zonele preferențiale de acumulare a hidrocarburilor au diferit, sub aspectul amploarei și direcției, de la etapă la etapă.

Bibliografie

[1] Costea, I., Comșa, D., Vinogradov, C. *Microfaciesurile Cretacicului inferior din Platforma moesică.* St. cerc. geol., geof., geogr., seria geologie, 23/2, p. 299—311, București, 1978.

[2] Paraschiv, D. *Spre o nouă concepție asupra evoluției Platformei moesice?* Mine, Petrol și Gaze, nr. 4, 1981, p. 207—210. 1981

[3] Paraschiv, D. *Structogenetic effects of the sliding processes in the Moesian Platform (Romania) and their economico-petroliferous implications.* Zbornic Radova, Proceedings, I, p. 287—294, Zagreb, 1981.

[4] Paraschiv, D. *Principalele unități litostratigrafice din Prejurasicul Platformei moesice.* Mine, Petrol și Gaze, nr. 3, 1982, p. 131—136.

[5] Paraschiv, D. *Noi date și interepretări privind structura de adîncime a Platformei moesice.* Mine, Petrol și Gaze, nr. 12, 1982, p. 601—604.

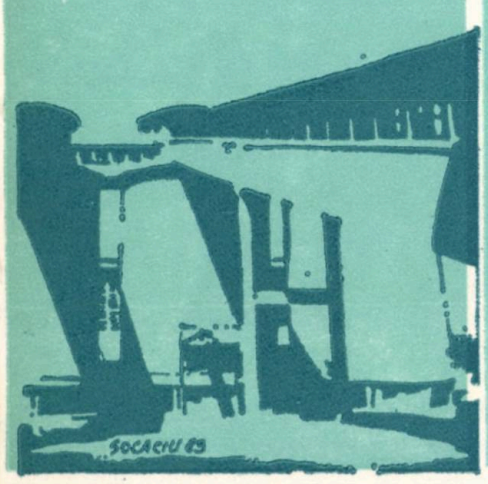
[6] Vinogradov, C., Costea, I., Comșa, D. *Microfaciesuri jurasice superioare din Platforma moesică corelate cu depozite sincrone din zone învecinate.* St. cerc. geol. geof. geogr., seria geologie, 23/1, 65—72, București, 1978.

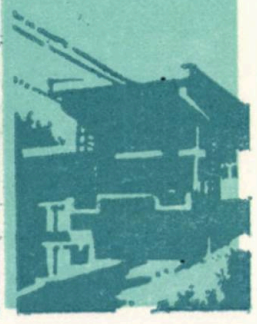
MINISTERUL MINELOR

TRUSTUL DE CONSTRUCȚII ȘI MONTAJE MINIERE

EXECUTA PENTRU INDUSTRIA MINIERA LUCRARI "LA CHEIE": UZINE DE PREPARARE A MINEREURILOR NEFEROASE SI NEMETALIFERE; UZINE PENTRU SPALAREA SI BRICHETAREA CARBUNILOR; MONTAJE DE INSTALATII COMPLEXE DE EXCAVARE, TRANSPORT SI HALDARE; INSTALATII DE EXTRACTIE.

ESTE UNITATE AUTORIZATA PENTRU MONTAJUL INSTALATIILOR DE TRANSPORT PE CABLU PENTRU MATERIALE SI PERSONAL.





Str. Sf. Ioan Nou nr. 33, sector 3
Telefon : 21.61.90
Telex 110.293 TCMMB
Cod 70063, BUCUREȘTI

KOPEX

EXPORT – IMPORT

Instalații și mașini miniere, instalații de foraj pentru industria carboniferă și petroliferă

livrează

– mașini și instalații miniere
– mașini și instalații de foraj
– echipamente de salvare și de protecție

proiectează și execută:

– construcții miniere
– uzine pentru prepararea cărbunelui

efectuează

– prospecțiuni geologice și foraje de explorare
– lucrări miniere
– consultații tehnice

adresa noastră: **KOPEX**
Intreprindere de construcții și instalații miniere penfru străinătate
str. Grabowa 1 40-952 Katowice, Polonia
Telex: 0315681
Telefon: 581-631

1983 SEP 16

Vă invităm să vizitați expoziția noastră în pavilionul C

KOPEX

1445

MINE
PETROL
GAZE

BUCUREȘTI - ROMÂNIA * Vol. 34, septembrie 1983

9

CENTRUL DE PERFECȚIONARE A PERSONALULUI

MINE • PETROL • GEOLOGIE

OBIECTIVUL PRINCIPAL al Centrului de perfecționare a personalului din industria extractivă constă în sprijinirea și îndrumarea metodologică a activității de perfecționare profesională a oamenilor muncii din ramura extractivă, precum și realizarea directă a unor programe de instruire în vederea creșterii nivelului de calificare a personalului care lucrează în domeniile mine, petrol și geologie.

In cadrul Centrului de perfecționare a personalului din industria extractivă sînt organizate PROGRAME pe diferite probleme, astfel:

- Programe de conducere și organizare
- Programe pentru tehnică și tehnologii noi
- Programe cu profil protecția muncii
- Programe cu profil economic
- Programe pentru formarea de instructori și alt personal de instruire.

INDRUMAREA METODOLOGICA a activităților de perfecționare din cadrul unităților industriei extractive este asigurată prin experți ai centrului, specialiști cu o bogată experiență în domeniu, care elaborează programe specifice, tematici de instruire, materiale documentare etc., în sprijinul unităților industriale.

Str. Justiției nr. 55
telefon 16.27.68,
15.67.35, 16.29.90
BUCUREȘTI
sectorul 5.

Filiale: PETROȘANI
BAIA MARE
CÎMPINA

= 1445

MINE, PETROL ŞI GAZE

ORGAN AL MINISTERULUI MINELOR ŞI MINISTERULUI PETROLULUI

ANUL XXXIV

Nr. 9 1983

CUPRINS

Simion, G. **Unele consideraţii privind productivitatea muncii la unităţile de extracţie a cărbunelui prin cariere** 417

Kecs, W., Zoican, V., Mitran, I., Ionescu, D. **Model matematic de prognoză preliminară a degajărilor de gaz metan** 421

Almăşan, B., Benea, St., Cosma, R. **Contribuţii la studiul condiţiilor geologice şi miniere ale zăcămîntului Şuior** 424

Iordache, G. **Vehicularea fluidelor la sondele pentru exploatarea clorurii de sodiu prin dizolvare** 436

Pavel, A. **Stabilitatea picioarelor tubulare verticale ale rezervoarelor sferice în condiţii de seism** 440

Lupu, N., Calcatinge, V. **Propuneri pentru o normă privind metodologia determinării combustibilităţii gazelor** 448

Balteş, N. **Cercetări complexe de laborator privind condiţiile de formare a zăcămintelor de hidrocarburi neogene de la contactul Depresiunii Getice cu Platforma Moesică (I)** 451

Recenzii

COLEGIUL DE REDACŢIE

Ing. VASILE SCRIPĂŢ, *preşedinte;* **dr. ing. GHEORGHE ALDEA; ing. ŞTEFAN BENEA; dr. geol. IOSIF BERCIA; ing. TEODOR BORU; dr. ing GHEORGHE DONŢOV DANU; ing. VIRGIL FĂTU; dr. ing. IANCU GEANGĂLĂ; dr. ing. FLOREA NEAGU; ing. NICOLAE PANTILIE; ELENA VRĂNCEANU,** *redactor.*

REZUMATE

C.Z. 658.3.018 : 622.33 : 622.271.3

Simion, G. *Unele consideraţii privind productivitatea muncii la unităţile de extracţie a cărbunelui prin cariere*

Autorii caută să argumenteze, din punct de vedere teoretic, necesitatea introducerii şi aplicării unei noi metodologii de calcul a productivităţii muncii în cariere, în raport cu volumul integral al maselor excavate şi cu numărul total al personalului.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 9, 1983

C.Z. 65.012.2 : 622.411.33

Kecs, W. ş.a. *Model matematic de prognoză preliminară a degajărilor de metan*

Autorii consideră concentraţia de metan ca o funcţie aleatoare de timp şi de distanţa de la tavan spre bază, de-a lungul axei profilului lucrării miniere. Pe aceste considerente şi în baza unor măsurători efectuate la Mina Lupeni, se concluzionează că evoluţia parabolică a emanaţiilor de metan poate fi aproximată printr-un polinom de gradul patru.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 9, 1983

C.Z. 65.012.1 : 551.24 : 622.27

Almăşan, B., Benea, St., Cosma, R. *Contribuţii la studiul condiţiilor geologice şi miniere ale zăcămîntului Suior*

Autorii prezintă situaţia geologică a zăcămîntului Şuior din bazinul Baia Mare cu ultimele rezultate ale cercetărilor privind partea inferioară a acestuia. În continure se analizează evoluţia metodelor de exploatare şi căile pentru promovarea unor metode care să asigure un nivel de producţie sporit.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 9, 1983

C.Z. 622.243.14 : 622.277.3

Iordache, G. *Vehicularea fluidelor la sondele pentru exploatarea clorurii de sodiu prin dizolvare*

Se analizează o metodologie pentru stabilirea presiunilor de vehiculare a fluidelor prin sonde pentru exploatarea sării cu construcţie convenţională.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 9, 1983

C.Z. 622.692.239 : 622.277

Pavel, A. *Stabilitatea picioarelor tubulare verticale ale rezervoarelor sferice în condiţii de seism*

Se analizează cazul general al rezervoarelor sferice de 1 000 m³, pentru gaze lichefiate tehnice, cu rezemare discretă, simetrică sau nesimetrică, pe picioare tubulare verticale, la nivelul planului ecuatorial sau subecuatorial al mantalei sferice, executată în construcţie sudată din segmenţi ambutisaţi.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 9, 1983

C.Z. 658.53 : 622.276 : 658.512.2 : 622.592.4

Lupu, N., Calcatinge, V. *Propuneri pentru o normă privind metodologia determinării combustibilităţii gazelor*

Urmare a descoperirii de noi zăcăminte gazeifere, formate din hidrocarburi şi inerţi, autorii propun o metodologie de determinare a combustibilităţii acestor gaze, metodologie care poate fi completată şi cu norme privind proiectarea, executarea şi exploatarea instalaţiilor de extracţie, transport şi distribuţie a acestor gaze.

Mine, Petrol şi Gaze, vol 34, nr. 9, 1983

C.Z. 65.012.1 : 553.98

Balteş, N. *Cercetări complexe de laborator privind condiţiile de formare a zăcămintelor de hidrocarburi neogene de la contactul Depresiunii Getice cu Platforma Moesică (I)*

Pe baza analizelor microscopice speciale ale Kerogenului din roci consolidate şi ape de zăcămînt, se face caracterizarea gradului de maturizare termică a acestuia, evidenţiindu-se potenţialul generator optim al badenian-sarmaţianului, cu referiri şi la alte formaţiuni pre- şi postpliocene.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 9, 1983

CONTENTS

C.Z. 658.3.018 : 622.33 : 622.271.3

Simion, G. *Some considerations regarding the productivity in surface coal mining enterprises*

The author supports theoretically the necessity of the introduction and application of a new methodology of productivity calculation in surface mines, in relation with the full volume of excavated mass and the total number of involved personnel.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 9, 1983

C.Z. 65.012.2 : 622.411.33

Kecs, W., et al. *Mathematical model for the methane emission preliminary forecasts*

The authors consider the methane concentration as an aleatory function of time and of the distance from the roof to the base, along the profile axis of the working. Based on these considerations and on certain measurements effected in the Lupeni mine, the conclusion is drawn that the parabolic evolution of the methane emissions can be approximated by a fourth degree polynomial.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 9, 1983

C.Z. 65.012.1 : 551.24 : 622.27

Almăşan, B., Benea, St., Cosma R. *Contributions to the study of the geological and mining conditions of the Suior deposit*

The author present the geology of the Suior deposit in the Baia Mare basin, together with the results of the latest investigations concerning its lower part. Further, the development of the mining techniques and the ways towards introducing highly productive methods are considered.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 9, 1983

C.Z. 622.243.14 : 622.277.3

Iordache, G. *Drilling fluid pumping at production wells of sodium chloride in solution*

A methodology is presented for the determination of the pumping pressures of the fluids through production wells of conventional construction.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 9, 1983

C.Z. 622.692.239 : 622.277

Pavel, A. *Stability of the vertical tubular legs of the spherical tanks in earthquake conditions*

The general case is presented of a 1000 m³ spherical tank for technical liquefied gases, with discreet, symmetrical or non-symmetrical support on vertical tubular legs, at the level of the equatorial or underequatorial plane of the spherical jacket, welded from pressed segments.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 9, 1983

C.Z. 658.53 : 622.276 : 658.512.2 : 622.692.692.4

Lupu, N., Calcatinge, V. *Proposals for a standard regarding the methodology of gas combustibility determination*

Following the discovery of new gas deposits made of hydrocarbons and inert material, the authors suggest a methodology for the determination of their combustibility, which can be supplemented with standards concerning the design, construction and operation of the gas extraction, transport and distribution systems.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 9, 1983

C.Z. 65.012.1 : 553.98

Balteş, N. *Complex lab investigations regarding the formation of the neogene hydrocarbon deposits in the contact area between the Getic Depression and the Moesic Platform (I)*

Based on special microscopic analyses of the Kerogene from consolidated rocks and formation waters the thermal maturity degree of the deposit is pointed out, stressing the optimal generating potential of the badenian-sarmatian, with references also to other pre- and post-pliocene formations.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 9, 1983

СОДЕРЖАНИЕ

C.Z. 658.3.018 : 622.33.622.271.3

Симион, Г. *Соображения о производительности труда на угольных карьерах*

Авторы попытаются обосновать с теоретической точки зрения необходимость внедрения и примененя новой методики расчёта производительности труда на угольных карьерах в зависимости от общего объёма добытой горной массы и общего количества работающего персонала.

Ключевые слова: методика, производительность труда, угольные карьеры.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 9, 1983

C.Z. 65.012.2 :622.411.33

Кеч, В. и др. *Математическая модель предворительного прогнозирования метановыделений*

Авторы считают, что содержание метана является алеаторной функцией времени и расстояния между

кровлей и почвой вдоль оси сечения горной выработки. На основе этих соображений, а также проведенных на шахте Лупень измерений, они пришли к выводу о том, что параболическое очертание метановыделений может быть приблизительно определено с помощью полинома четвёртого порядка.

Ключевые слова: модель математическая, прогнозорование, метановыделения.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 9, 1983

C.Z. 65.012.1 : 551.24 : 622.27

Алмэшан, Б. и др. *Вклад в решении горно-геологических условий рудного месторождения Шуйор*

Авторы описывают геологию месторождения Шуйор бассейна Бая Маре и последние результаты исследований его нижней части. После этого рассматриваются развитие систем разработки и пути внедрения систем, обеспечивающих повышенный уровень объёма добычи.

Ключевые слова: геология, месторождение руд цветных металлов Шуйор, системы разработки.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 9, 1983

C.Z. 622.243.14 : 622.277.3

Йордаке, Г. *Транспорт буровых растворов в скважинах для получения хлорида натрия растворением*

Рассматривается методика определения давлений транспорта жидкостей в скважинах условной конструкции для получения соли растворением.

Ключевые слова: буровые растворы, скважины, транспорт, растворение, соль.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 9, 1983

C.Z. 622.692.239 : 622.277

Павел, А. *Устойчивость вертикальных трубчатых ножек сферических ёмкостей в условиях сейсма.*

Рассматривается общий случай сферических ёмкостей в 1000 м³ для технических сжижённых газов, с дискретной на симметрической или несимметрической опорах, на вертикальных трубчатых ножках, на уровне плоскости экватора или подэкватора сферической оболочки, конструкция которой состоит из приваренных штампованных отрезков.

Ключевые слова: сферические ёмкости, трубчатые ножки, устойчивость.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 9, 1983

C.Z. 658.53 :622.276 : 658.512.2 : 622692 :4

Лупу, Н. и др. *Предложения методики определения горения газов*

В результате открытия новых газоносных месторождений, составленных из углеводородых и примесей, авторы предлагают методику определения горения этих газов, которая может быть дополнена нормами проектирования, изготовления и эксплуатации установок добычи, транспорта и распределения этих газов.

Ключевые слова: методика, определение горения, газоносные горизонты, установки, добыча, транспорт, распределение.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 9, 1983

C.Z. 65.012.1 : 553.98

Балтеш, Н. *Комплексные лабораторные исследования условий образования неогенных углеводородных месторождений на контакте с Джетской Депрессией и Мсиской Платформой (I)*

На основе специальных микроскопических анализов Керогена упрочненных горных пород и залежных вод приводится характеристика степени его термической зрелости, выделяя оптимальный генераторный потенциал бадениано-сарматских образований, указав также другие до и постплиоценовые формации.

Ключевые слова: образование, углеводородные месторождения, неогенные, Джетская Депрессия, Мсиская Платформа.

Mine, Petrol şi Gaze, vol 34, nr. 9, 1983

INHALT

C.Z. 658. 3.018 : 622.33 : 622.271.3

Simion, G. *Betrachtungen über die Arbeitsproduktivität in den Kohlentagebaubetrieben*

Der Verfasser begründet, theoretisch, die Forderung der Einführung und Anwendung einer neuen Rechenmethodologie der Arbeitsproduktivität in Tagebauen, in Verhältnis zu dem vollen Umfang der ausgebaggerten Masse und zu der gesamten Belegschaft.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 9, 198

C.Z. 65.012.2 : 622.411.33

Kecs, W. et al. *Mathematisches Modell für die vorläufige Prognose der Methanentwicklungen*

Die Verfasser betrachten die Methankonzentration als eine Wahrscheinlichkeitsfunktion der Zeit und des Abstandes zwischen dem Hangenden und der Basis, über die Länge des Bauprofils. Auf Grund dieser Betrachtungen und einiger, in der Grube Lupeni durchgeführten Messungen, wird die Folgerung vorgestellt, dass die parabolische Evolution der Methanentwicklungen durch ein Polynom vierten Grades angenähert werden kann.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 9, 1983

C.Z. 65.012.1 : 551.24 : 622.27

Almăşan, B., Benea, St., Cosma, R. *Beitragungen zum Studium der geologischen und bergmännischen Bedingungen der Lagerstätte Suior*

Die Verfasser stellen die geologische Situation der Lagerstätte Suior des Reviers Baia Mare einschliesslich die Ergebnisse der letzten Untersuchungen betreffend ihren Unterteil, vor. Ferner werden die Entwicklung der Abbaumethoden und die Wege zur Einführung einiger Methoden, welche eine erhöhte Produktion gewährleisten, überprüft.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 9, 1983

C.Z. 622.243.14 : 622.277.3

Iordache, G. *Förderung der Spülflüssigkeiten in den Bohrungen für die Gewinnung der Natriumchloridlösungen*

Eine Methodologie zur Festlegung der Förderungsdruckwerte der Spülflüssigkeiten in den Gewinnungsbohrungen konventioneller Ausführung.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 9, 1983

C.Z. 622.692.239 : 622.277

Pavel, A. *Die Stabilität der vertikalen Hohlfüsse der Kugelbehälter im Erdbebensfall*

Der Generalfall eines Kugelbehälters von 1 000 m³ für technische Flüssiggase, mit diskreter, symmetrischen oder asymmetrischen, aus pressgezogenen. geschweissten Segmenten ausgeführten Stützung auf vertikale Hohlfüssen, auf der Äquator- oder Unteräquatorebene des kugelligen Mantels, wird vorgestellt.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 9, 1983

C.Z. 658.53 : 622.276 : 658.512.2 : 622.692.4

Lupu, N., Calcatinge, V. *Vorschläge für eine Normvorschrift betreffend die Methodologie der Bestimmung der Gasenbrennbarkeit*

Folge der Entdeckung von neuen Erdgaslagerstätten aus Kohlenwasser-und Inertstoffen bestehend, schlagen die Verfasser eine Methodologie für die Bestimmung der Brennbarkeit dieser Gase vor, welche auch durch Vorschriften bezüglich auf die Projektierung, Ausführung und den Betrieb der Gasgewinnungs-, Förderungs- und Verteilungsanlagen ergänzt werden kann.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 9, 1983

C.Z. 65.012.1 : 553.98

Balteş, N. *Komplexe Laboruntersuchungen über die Bildung von neogänen Kohlenwasserstoffen in dem Kontaktbereich zwischen der Getischen Senke und der Moesischen Tafel (I)*

Auf Grund der speziellen mikroskopischen Untersuchungen des Kerogens in befestigtem Gestein und Lagerstättenwasser wird dessen thermische Reifungsgrad festgestellt, wobei der optimale Bildungspotential der Badenian-Sarma, mit Hinweisen auch zu anderen Vor- und Nachpliozänen Formationen ausgezeichnet werden.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 9, 1983

Revista MINE, PETROL şi GAZE este editată de Oficiul de informare documentară pentru industria minieră, Bucureşti, Calea Victoriei 220, sector I, cod. 71 104, C.P. 22—146, telefon 59.29.75
Tiparul: Intreprinderea poligrafică „Informaţia" str. Brezoianu nr. 23—25, Bucureşti, c. 1562

Preţul 13 lei/exemplar

Corector: Cornelia Popa

Grafica: A. Socaciu

c. 1562

43 103

Unele consideraţii privind productivitatea muncii la unităţile de extracţie a cărbunelui prin cariere

Ing. **G. Simion**
Combinatul minier Rovinari

Productivitatea muncii, ca unul din indicatorii sintetici ce arată eficienţa cu care se foloseşte forţa de muncă, se exprimă, atît în unităţi valorice, cît şi în unităţi naturale.

În unităţi valorice, productivitatea muncii W_v apare ca raport între valoarea producţiei: globale V_g, marfă V_m şi netă V_n şi efectivul mediu scriptic de personal productiv N_t

$$W_v = \frac{V_g}{N_t}; \quad W_v = \frac{V_m}{N_t}; \quad W_v = \frac{V_n}{N_t}, \text{ lei/ om·an.}$$

În industria minieră, şi mai ales în ramura cărbunelui, productivitatea muncii fizice W_f (sau în unităţi naturale) reprezintă raportul dintre producţia C (de cărbune sau minereu) extrasă într-o anumită perioadă de timp (de obicei un an) şi efectivul mediu scriptic din perioada respectivă N_t.

$$W_f = \frac{C}{N_t}, \text{ t/om·an}$$

Pe lîngă gradul de mecanizare şi automatizare al procesului de producţie, calificarea şi îndemînarea personalului muncitor, productivitatea muncii în minerit este influenţată şi de o serie de factori naturali ca: forma şi geometria zăcămîntului, adîncimea la care se găseşte, presiunea şi afluenţa de apă, degajări de gaze explozive şi praf de cărbune etc.

În continuare vom căuta să punem în evidenţă, pentru exploatările la zi, influenţa pe care o are asupra productivităţii muncii adîncimea H de la suprafaţă pînă la stratul de cărbune.

Se cunoaşte faptul că exploatarea prin cariere impune înlăturarea completă a copertei de steril de deasupra şi dezvelirea stratului de cărbune în vederea extracţiei (fig. 1).

Adîncimea zăcămîntului H afectează direct mărimea volumului de decopertat, fiind unul din elementele de calcul ale acestuia. Decoperta pentru cariere se încadrează în categoria lucrărilor miniere de pregătire.

Pentru a scoate în evidenţă ponderea volumului de excavaţii în steril din decopertă, faţă de volumul de excavaţii în util, se uzează în mod frecvent de un factor K, denumit „raport de decopertă" sau „raport de acoperire". Acest factor reprezintă, de fapt, volumul de steril în metri cubi ce trebuie dislocat pentru a dezveli şi a putea extrage o tonă de cărbune

$$K = \frac{S}{C}, \text{ m}^3/\text{t}, \qquad (1)$$

în care:

S reprezintă volumul de steril ce se decopertează;
C — producţia de cărbune ce se extrage.

Raportul de acoperire oscilează în limite foarte largi, direct cu adîncimea la care se găseşte zăcămîntul, elementele geometrice ale acestuia (formă, grosime, înclinare etc.) şi morfologia terenului.

În cazul carierelor de lignit din ţara noastră, limita maximă a raportului de acoperire este de 8—8,2 m³/t şi este dictată, în principal, de efectele economice ale extracţiei. Cele mai favorabile rapoarte medii de decopertă le-au avut carierele din zona Rovinari: Balta Unchiaşului (1955—1966) $K_m = 0{,}8-0{,}9$ m³/t, Cicani (1966—1975) $K_m = 1{,}4-1{,}6$ m³/t şi Beterega (1969—1980) $K_m = 1{,}8-1{,}9$ m³/t. În

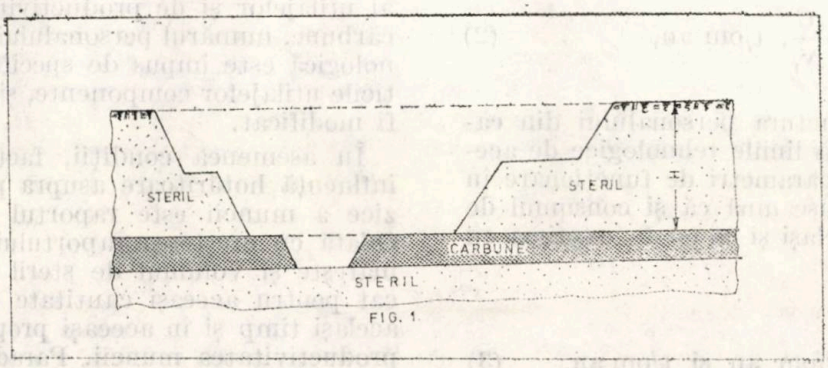


Fig. 1

prezent sînt în funcţiune cariere cu rapoarte medii de acoperire de 3,2—7,8 m³/t şi în deschidere altele cu $K_m = 8{,}0—8{,}2$ m³/t.

Faţă de extracţia în subteran a lignitului, unde lucrările de pregătire se dezvoltă, în general, pe stratul de cărbune şi unde volumul acestora variază în limite destul de mici, volumul de decopertă în carieră prezintă un interval de oscilaţie mare de la un zăcămînt la altul, de ordinul a 8—9 ori. Aproape în aceeaşi măsură creşte şi efectivul necesar pentru executarea lucrărilor, faţă de cel folosit direct la extracţia cărbunelui, motiv pentru care productivitatea muncii trebuie definită şi înţeleasă ca o noţiune complexă, ce trebuie să exprime integral consumul de muncă efectuat pentru realizarea producţiei.

Pentru o prezentare cît mai sugestivă a acestei noţiuni şi pentru simplificarea operaţiilor s-au avut în vedere următoarele.

1. Numărul de personal direct productiv N_t care lucrează în carieră poate fi structurat în două categorii şi anume:

N_c = efectiv care lucrează direct la extracţia cărbunelui;

$(N_t - N_c)$ = efectiv care lucrează în steril la decopertare.

2. Liniile tehnologice dotate cu acelaşi tip de utilaje pot realiza acelaşi volum de excavaţii, fie că lucrează în steril, fie că lucrează în cărbune şi sînt deservite de acelaşi personal.

3. Personalul de deservire generală a carierei, în raport de gradul de ocupare, se consideră ca făcînd parte din efectivul liniei tehnologice respective şi s-a inclus în aceasta.

4. Capacitatea de excavare orară se consideră egală, atît în steril, cît şi în cărbune deşi greutatea volumetrică a cărbunelui este de 1,2 t/m³, dar pentru faptul că rezistenţa la tăiere a cărbunelui este mai mare cu circa 20%, faţă de steril, nu se face nici o eroare considerîndu-se pentru capacităţile de excavare:

1 m³ excavat în steril = 1 t excavată în cărbune.

Pornind de la relaţia care exprimă productivitatea muncii fizice:

$$W_f = \frac{C}{N_t}, \text{ t/om an}, \qquad (2)$$

ţinînd cont de structura personalului din carieră şi de faptul că liniile tehnologice de acelaşi tip au aceiaşi parametri de funcţionare în cărbune şi steril, înseamnă că şi consumul de muncă vie va fi acelaşi şi se poate exprima cu relaţia:

$$\frac{S}{(N_t - N_c)} = \frac{C}{N_c} \text{ m³/om an şi t/om an.} \qquad (3)$$

Relaţia se mai poate scrie şi sub forma:

$$\frac{S}{C} = \frac{(N_t - N_c)}{N_c},$$

dar cum:

$$\frac{S}{C} = K,$$

conform formulei (1) avem:

$$\frac{N_t - N_c}{N_c} = K.$$

Din această relaţie se poate scoate termenul N_t, care reprezintă numărul total de oameni ai muncii din carieră:

$$N_t = N_c(K + 1), \text{ oameni.} \qquad (4)$$

Ca o primă concluzie se desprinde faptul că numărul total de oameni din carieră creşte direct proporţional cu raportul de acoperire, respectiv expresia $(K + 1)$, factorul de proporţionalitate fiind efectivul N_c de pe linia tehnologică din cărbune care rămîne constant.

Dacă înlocuim în relaţia (2), ce exprimă productivitatea muncii fizice, termenul N_t, exprimat cu relaţia (4), se obţine:

$$W_f = \frac{C}{N_c(K + 1)}, \text{ t/om an.} \qquad (5)$$

Din analiza acestei relaţii se desprind următoarele.

● Productivitatea fizică a muncii în carierele de cărbune este direct proporţională cu producţia acestora C şi invers proporţională cu numărul personalului ce lucrează pe linia tehnologică de cărbune N_c şi raportul de acoperire K.

● Creşterea productivităţii fizice a muncii se poate obţine, fie prin creşterea producţiei de cărbune C, fie prin micşorarea numărului de personal N_c sau a raportului de decopertă K.

Dacă creşterea producţiei de cărbune este limitată şi depinde de parametrii funcţionali ai utilajelor şi de productivitatea stratului de cărbune, numărul personalului de pe linia tehnologică este impus de specificul şi caracteristicile utilajelor componente, şi practic nu poate fi modificat.

În asemenea condiţii, factorul care are o influenţă hotărîtoare asupra productivităţii fizice a muncii este raportul de acoperire K. Odată cu creşterea raportului de acoperire se măreşte şi volumul de steril ce trebuie dislocat pentru aceeaşi cantitate de producţie; în acelaşi timp şi în aceeaşi proporţie, scade însă productivitatea muncii. Paradoxal, apare deci un fenomen invers: Cu cît creşte volumul şi

consumul de muncă cu atît se micşorează productivitatea fizică a muncii.

Pentru exemplificare considerăm o serie de cariere la care raportul de acoperire creşte de la 1 la 8 m³/t, dar care au capacităţi de producţie constante de 2 500 mii tone/an lignit, lucrînd în permanenţă cu o singură linie tehnologică numai în cărbune, sau cu capacitate de 5 000 mii t/an lignit, dar cu două linii tehnologice în cărbune. Numărul de linii tehnologice în steril este dictat de volumul de decopertă şi creşte odată cu raportul de acoperire K.

Luînd în considerare un efectiv mediu de pe o linie tehnologică dotată cu utilaje de capacitate medie (un excavator Sch. Rs. 1400, un circuit de benzi de 4 km cu lăţimea de 1400 mm şi un utilaj de depunere) de circa 300 oameni direct productivi, inclusiv personalul TESA şi de deservire generală aferent, se poate determina evoluţia productivităţii muncii fizice, în funcţie de raportul de acoperire K. Datele obţinute sînt prezentate sintetizat în tabelul 1.

Urmărind aceste date iese destul de pregnant în relief că pentru aceeaşi producţie anuală, în măsura în care creşte raportul de acoperire K şi cantitatea de steril ce trebuie decopertată, în aceeaşi măsură scade productivitatea muncii, ceea ce dă o imagine deformată şi neconcludentă asupra volumului real de muncă consumat în timpul procesului de producţie.

Dacă pentru obţinerea unei producţii de 2 500 mii tone/an la un raport de acoperire de 1 m³/t, rezultă un volum total de mase excavate de 5 000 mii (m³+t)/an şi o productivitate fizică de 4 167 t/om an, apare de neconceput şi nu poate fi acceptat ca pentru aceeaşi producţie, dar cu un raport de acoperire de 8 m³/t, unde volumul total de mase excavate creşte la 22 500 mii (m³ + t)/an, respectiv de 4,5 ori, productivitatea muncii să fie de numai 926 t/om an, respectiv să scadă la 22,22% (fig. 2).

Pentru a elimina acest „paradox" ce intervine în evoluţia productivităţii muncii, exprimată atît în unităţi naturale, cît şi în unităţi valorice şi pentru a-i da o expresie reală şi cît mai clară, se impune ca la determinarea produc-

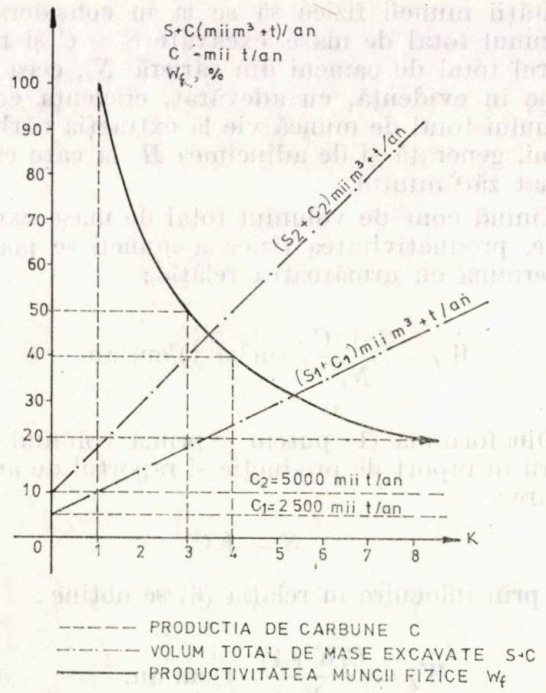


Fig. 2

Tabelul 1

Prod. anuală C mii t/an şi nr. linii tehnologice în cărbune	Raportul de acoperire K, m³/t	Volum de steril necesar de decopertat, S, mii m³/an	Volum tot. de mase excavate, $S + C$, mii m³ + t / an	Număr de oameni pe linia teh. de cărbune, N_c	Productivitatea muncii fizice: $W_f = \frac{C}{N_c(K+1)}$ t/om an	%	determinată cu formula propusă $W_f = \frac{C}{N_c}$ t/om an	%
C = 2 500 ; 1 linie tehnologică în cărbune	1	2 500	5 000	300	4167	100,00	8334	100,00
	2	5 000	7 500	300	2778	66,67	8334	100,00
	3	7 500	10 000	300	2083	50,00	8334	100,00
	4	10 000	12 500	300	1667	40,00	8334	100,00
	5	12 500	15 000	300	1389	33,33	8334	100,00
	6	15 000	17 500	300	1190	28,57	8334	100,00
	7	17 500	20 000	300	1042	25,00	8334	100,00
	8	20 000	22 500	300	926	22,22	8334	100,00
C=5 000 ; două linii tehnologice în cărbune	1	5 000	10 000	600	4167	100,00	8334	100,00
	2	10 000	15 000	600	2778	66,67	8334	100,00
	3	15 000	20 000	600	2083	50,00	8334	100,00
	4	20 000	25 000	600	1667	40,00	8334	100,00
	5	25 000	30 000	600	1389	33,33	8334	100,00
	6	30 000	35 000	600	1190	28,57	8334	100,00
	7	35 000	40 000	600	1042	25,00	8334	100,00
	8	40 000	45 000	600	926	22,22	8334	100,00

tivității muncii fizice să se ia în considerare volumul total de mase excavate $S + C$ și numărul total de oameni din carieră N_t, ceea ce pune în evidență, cu adevărat, eficiența consumului total de muncă vie la extracția cărbunelui, generată și de adîncimea H la care este situat zăcămîntul.

Ținînd cont de volumul total de mase excavate, productivitatea fizică a muncii se poate determina cu următoarea relație:

$$W_f = \frac{S + C}{N_t}, \text{ (m}^3 + \text{t)/om an.} \qquad (6)$$

Din formula (1) putem exprima volumul de steril în raport de producție și raportul de acoperire:

$$S = KC,$$

iar prin înlocuire în relația (6) se obține:

$$W_f = \frac{C(K+1)}{N_t}, \text{ t/om an.} \qquad (7)$$

Cunoscînd că $N_t = N_c(K + 1)$, din relația (4), și înlocuind în relația (7) se obține:

$$W_f = \frac{C}{N_c}, \text{ t/om an.} \qquad (8)$$

Această relație exprimă productivitatea fizică a muncii numai în raport de producția de cărbune C și personalul N_c de la liniile tehnologice ce lucrează numai în cărbune și are aceeași mărime ca și productivitatea determinată cu relația (7) și care are în vedere numărul total de personal din carieră N_t și volumul integral de mase excavate $S+C$.

Valorile productivității muncii, calculate cu relația (8) în cazul exemplului tratat, sînt înscrise pe coloana 7 din tabelul 1. Aceste valori pun în evidență faptul că pentru același volum de producție, la creșterea efectivului pentru lucrările de decopertare în aceeași măsură cu volumele de excavații generate de raportul de acoperire, productivitatea muncii fizice rămîne nemodificată.

Din cele prezentate mai sus se desprind unele concluzii.

1. Determinarea productivității muncii după metodologia actuală, la unitățile miniere pentru extragerea la zi a cărbunelui, nu exprimă volumul de muncă necesar pentru efectuarea lucrărilor de decopertare și nu poate fi luată ca element de comparație cu alte unități de profil (cu condiții de zăcămînt diferite).

2. Stabilirea productivității muncii fizice cu relațiile (7) sau (8) pune în evidență influența factorilor naturali și, în special, a raportului de acoperire K, precum și modificările de orice natură care apar în procesul de producție. Valorile determinate astfel pot constitui elemente de comparație cu un grad de exactitate mult mai mare și utile la fundamentarea planurilor anuale, cincinale și de perspectivă, precum și a indicatorilor tehnico-economici pentru noile unități de extracție prin carieră a cărbunelui cu condiții naturale diferite.

3. Inițierea unor analize de detaliu, cu organele de specialitate, pentru ca influența raportului de acoperire K, preluată de productivitatea muncii în expresie naturală, să fie extinsă și în expresie valorică.

4. Deși ambele relații (7 și 8) conduc la aceeași mărime, este preferabil ca determinarea productivității muncii fizice să se facă cu relația (7), respectiv:

$$W_f = \frac{C(K + 1)}{N_t},$$

deoarece toate datele necesare se găsesc înscrise în evidențele statistice actuale la toate carierele de cărbune.

Model matematic de prognoză preliminară a degajărilor de gaz metan

Prof. dr. W. Kees,
lect. V. Zoican
asist. I. Mitran
ing. D. Ionescu
Institutul de Mine Petroşani

I. Emanaţia de gaz metan

Un fenomen important ce însoţeşte activitatea minieră din subteran este emanaţia de gaz metan.

Prin traversarea, în urma unor lucrări miniere, a stratelor de steril sau de cărbune, are loc procesul de emanaţie de metan, care are un caracter aleator, imprevizibil în ce priveşte concentraţia acestuia. Caracterul aleator al concentraţiei de metan se datorează configuraţiei geologice a stratelor de cărbune şi steril, mişcărilor continue a diferitelor strate în procesul de exploatare şi a acumulărilor de gaz metan în diverse regimuri. Urmărind variaţia concentraţiei de metan pe o anumită durată de timp, se vor obţine funcţii de repartiţie a concentraţiei, care se schimbă sau nu în funcţie de ziua de observaţie, precum şi de gradul de apropiere a duratei de măsurare de momentul efectuării lucrării miniere. Aceste fapte arată că concentraţia de metan trebuie considerată nu ca o simplă variabilă aleatoare, ci ca o funcţie aleatoare. Astfel, dacă considerăm profilul unei lucrări miniere, concentraţia de metan depinde de timp, deci de momentul măsurătorii, precum şi de punctul din profilul lucrării miniere în care se determină concentraţia de metan. Din acest motiv putem considera concentraţia de metan ca o funcţie aleatoare de timpul t şi de distanţă h de la tavan spre bază, de-a lungul axei profilului lucrării.

Deci $c = X(t, h)$,

unde :

$0 \leqslant t \leqslant T$, T — durata de observaţie maximă, de la începutul împuşcării;

$0 \leqslant h \leqslant H$ (fig. 1).

Vom numi experienţă, măsurarea valorilor concentraţiei de metan de la începutul lucrării miniere (împuşcare, tăiere, încărcare etc.) pe o anumită perioadă de timp T şi într-un punct bine determinat pe axa profilului.

Mulţimea valorilor concentraţiei de metan, măsurată în punctul considerat al profilului pe durata de timp T, constituie o realizare a funcţiei aleatoare a concentraţiei de metan.

Mulţimea valorilor concentraţiei fiind o mulţime discretă, curba de realizare a funcţiei aleatoare se va trasa utilizînd metoda celor mai mici pătrate.

Considerăm n experienţe de măsurare a concentraţiei de metan în zile distincte pe durata $0-T$. Vom obţine astfel n funcţii $c_1(t)$, $c_2(t)$,... ..., $c_n(t)$, care reprezintă realizări ale funcţie aleatoare $X(t)$, concentraţia de metan.

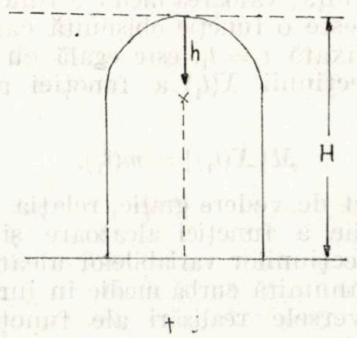


Fig. 1

În raport cu sistemul de axe ortogonal Xot, fiecărei realizări îi corespunde cîte un grafic, deci vom avea n grafice corespunzătoare celor n experienţe (fig. 2).

Pentru o valoare fixată a timpului $t=t_1 \in [0, T]$ vom avea concentraţiile corespunzătoare celor n realizări, respectiv $c_1(t_1)$, $c_2(t_1)$,... , $c_n(t_1)$ care reprezintă valorile unei variabile aleatoare obişnuite $X(t_1)$ numită secţiune a funcţiei aleatoare $X(t)$ la timpul $t = t_1$ În acest mod o funcţie aleatoare poate fi considerată ca un sistem de n variabile aleatoare obişnuite.

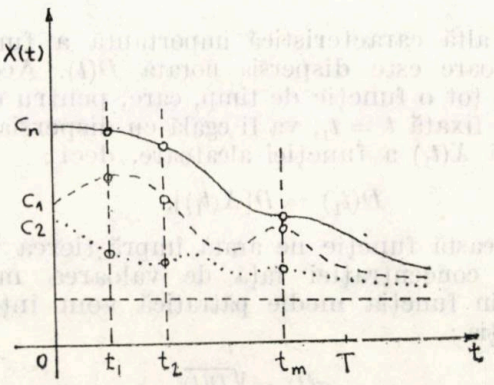


Fig. 2

Cu cît numărul secţiunilor este mai mare, cu atît aproximarea unei funcţii aleatoare printr-un sistem de variabile aleatoare obişnuite este mai bună.

După cum se știe, caracteristicile numerice ale unei variabile aleatoare obișnuite se determină din legea de repartiție a acesteia.

Fie $X(t_1)$ o secțiune a funcției aleatoare $X(t)$ în momentul $t = t_1$. Toate caracteristicile numerice ca : valoarea medie, dispersia, mediana etc., vor depinde de momentul $t = t_1$. De aici rezultă că mărimile caracteristice pentru o funcție aleatoare vor fi funcții de timp. Astfel, valoarea medie a funcției aleatoare $X(t)$ va fi o funcție de timp, avînd expresia :

$$m(t) = M[X(t)].$$

În consecință, valoarea medie a funcției aleatoare $X(t)$ este o funcție obișnuită care,pentru o valoare fixată $t = t_1$, este egală cu valoarea medie a secțiunii $X(t_1)$ a funcției aleatoare, adică :

$$M[X(t_1)] = m(t_1).$$

Din punct de vedere grafic, relația între valoarea medie a funcției aleatoare și valorile medii ale secțiunilor variabilelor aleatoare reprezintă o anumită curbă medie în jurul căreia variază diversele realizări ale funcției aleatoare (fig. 3).

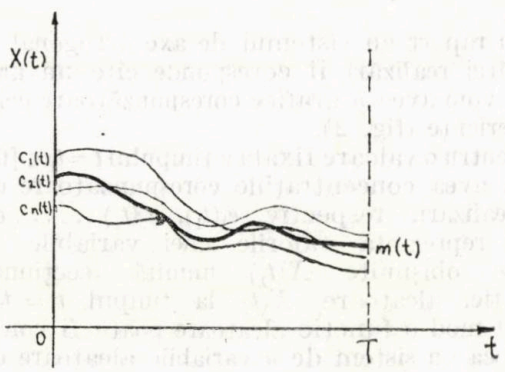


Fig. 3

O altă caracteristică importantă a funcției aleatoare este dispersia notată $D(t)$. Aceasta va fi tot o funcție de timp, care, pentru o valoare fixată $t = t_1$, va fi egală cu dispersia secțiunii $X(t_1)$ a funcției aleatoare, deci :

$$D(t_1) = D[X(t_1)].$$

Această funcție ne arată împrăștierea valorilor concentrației față de valoarea medie.

Prin funcția medie pătratică vom înțelege funcția :

$$\sigma(t) = \sqrt{D(t)}.$$

Deoarece o funcție aleatoare se reduce la un sistem de variabile aleatoare, reprezentînd secțiuni ale funcției aleatoare care nu sînt independente între ele, se introduce o altă caracteristică specială numită funcție de corelație. Această funcție de corelație va caracteriza gradul de dependență între secțiuni ale funcției aleatoare pentru diverse valori ale lui t. Astfel, gradul de interdependență a două secțiuni $X(t)$ și $X(t')$ este caracterizat de funcția de corelație care depinde de două variabile t și t'.

Funcția de corelație a funcției aleatoare $X(t)$ este funcția :

$$K(t, t') = M[\mathring{X}(t), \mathring{X}(t')],$$

unde :

$$\mathring{X}(t) = X(t) - m(t); \quad \mathring{X}(t') = X(t') - m(t').$$

În locul acestei caracteristici este util să considerăm funcția de corelație normată :

$$\gamma(t, t') = \frac{X(t, t')}{\sigma(t) \cdot \sigma(t')},$$

care reprezintă coeficientul de corelație al variabilelor aleatoare (secțiuni) $X(t)$ și $X(t')$.

Din punct de vedere experimental, dacă avem n realizări ale funcției aleatoare și t_1, $t_2, \ldots, t_n$ secțiuni, atunci pentru cele trei mărimi și pentru variabila aleatoare $X(t_k)$, $k = 1, 2, \ldots, n$ avem următoarele formule de calcul :

$$m(t_k) = \frac{\sum_{i=1}^{n} C_i(t_k)}{n},$$

$$D(t_k) = \left\{ \frac{\sum_{i=1}^{n} [C_i(t_k)]^2}{n} - m(t_k)^2 \right\} \frac{n}{n-1},$$

$$K(t_k, t_l) = \left[\frac{\sum_{i=1}^{n} C_i(t_k) C_i(t_l)}{n} - m(t_k)\, m(t_l) \right] \frac{n}{n-1}.$$

În procesul emanației metanului după efectuarea lucrării miniere, putem, în general, distinge două etape și anume : perioada tranzitorie a emanației și perioada staționară, cînd procesul de emanație se stabilizează în sensul că toate proprietățile statistice rămîn invariabile la o translație a originii de măsurare a timpului. În consecință, faza staționară are loc după un interval de timp de la începutul lucrării miniere, cînd concentrațiile de metan sînt aproape constante.

Caracteristic pentru perioada staționară este că valoarea medie a funcției aleatoare este constantă, la fel și dispersia. În ce privește funcția de corelație $K(t, t')$ se poate arăta că aceasta depinde, în realitate, de o singură variabilă,

deoarece, dacă considerăm $t' = t + \tau$, vom obține: $K(t, t + \tau) = K(\tau)$, iar funcția de corelație normală va avea astfel expresia:

$$\rho(\tau) = \frac{K(\tau)}{D}.$$

În scopul determinării curbelor de evoluție a concentrațiilor de metan în stratul 3, blocul IV, orizontul 360, panoul 14/1 de la I.M. Lupeni, s-au efectuat măsurători zilnice a concentrațiilor de metan, în % vol., și a debitelor de aer, în m³/min., în galeria de bază, în abataj, în spațiul exploatat și în galeria de cap.

II. Modul de aplicare al modelului matematic

a. Pe baza datelor obținute prin măsurători au fost construite 32 secțiuni ale funcției aleatoare $X(t)$, fiecare secțiune fiind formată din 16 realizări.

În funcție de locul măsurătorii concentrației de metan (în front pe perete, în spatele coloanei de aeraj refulante) și a altor caracteristici (debit aer aspirare, debit aer refulare, concentrațiile de metan la aspirare și refulare) realizările fiecărei secțiuni a funcției aleatoare $X(t)$ au fost grupate convenabil, iar media grupei a fost considerată drept o realizare a funcției aleatoare.

Mai precis, realizările concentrației în front pe perete (în număr de 6) și realizările concentrației în spatele coloanei de aeraj refulante (în număr de 6) au fost înlocuite cu realizări medii.

În felul acesta fiecare secțiune a variabilei aleatoare $X(t)$ este formată din 6 realizări $r_i(t)$, $i = \overline{1,6}$.

În baza formulei:

$$Q_{CH_4} = \frac{(c_1 - c_2)}{100} \cdot Q_a,$$

unde:

c_1 este debitul de metan la ventilator;
c_2 — debitul de aer la ventilator;
Q_a — debitul absolut de metan care iese din front, fiecărei secțiuni a variabilei aleatoare $X(t)$ i s-a asociat o singură realizare $Q(t)$, (tab. 1).

Sîntem conduși la o funcție tabelară (t_i, Q_i), $i = \overline{1,32}$ care poate fi, în această formă, aproximată, fie prin interpolare, fie prin metoda celor mai mici pătrate.

Drept polinom de interpolare a fost utilizat un polinom Lagrange, deoarece pe intervale mici acesta aproximează mulțumitor funcția dată tabelar.

$$L_n(t) = \sum_{k=0}^{n} Q_k \frac{(t - t_0)(t - t_1)\dots(t - t_{k-1})(t_k - t_{k+1})\dots(t_k - t_n)}{(t_k - t_0)(t_k - t_1)\dots(t_k - t_{k-1})(t_k - t_{k+1})\dots(t_k - t_n)}$$

unde $n = 32$.

Concentrațiile aproximate prin acest procedeu sînt calculate în tabelul 1.

b. Metoda celor mai mici pătrate a fost utilizată la stabilirea funcției aleatoare a concentrației de metan, considerîndu-se că evoluția concentrației de metan poate fi descrisă de un polinom de gradul 4:

$$P_4(t) = a_0t^4 + a_1t^3 + a_2t^2 + a_3t + a_4$$

Aplicînd metoda celor mai mici pătrate s-au obținut următoarele valori ale coeficienților a_i, $i = \overline{0,4}$

$$a_0 = 1{,}324 \cdot 10^{-5}$$

$$a_1 = -5{,}961 \cdot 10^{-4}$$

$$a_2 = 7{,}964 \cdot 10^{-3}$$

$$a_3 = -2{,}736 \cdot 10^{-2}$$

$$a_4 = 8{,}547 \cdot 10^{-2}$$

În concluzie, evoluția probabilă a emanațiilor de metan în stratul 3, blocul IV, orizontul 360 de la Mina Lupeni poate fi aproximată printr-un polinom de gradul patru de forma:

$$P_4(t) = a_0t^4 = a_1t^3 + a_2t^2 + a_3t + a_4$$

coeficienții a_0; $a_e \dots a_4$ fiind cei prezentați anterior. Metoda propusă poate fi extinsă și pentru perioade de timp mai mari decît cele din tabelul 1.

Tabelul 1

t, zile	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
Q_{CH_4}, m³/min.	0,096	0,031	0,086	0,095	0,022	0,116	0,116	0,200	0,152	0,208	0,196	0,106	0,075	0,084	0,080	0,087	0,83	0,185	0,078	0,054	0,058	0,054	0,052	0,052	0,055	0,33	0,54	0,58	0,052	0,051	0,075	0,078

Bibliografie

[1] Gnedenko, B. V. *The Theory of Probability*. Mir Publisher, Moscou, 1976.
[2] Gnedenko, B. N., Belenev, T. K., Soloviev, A. D. *Metode matematice în teoria siguranței*. Ed. tehnică, București, 1968.
[3] Ventzel, N. *Theorie des probabilités*. Editions Mir Moscou, 1973.
[4] Cerhov, C. I., Puzyrev V. K. *Prognoza degajărilor bruște de cărbune și gaz*. Moscova, 1979.
[5] Zovinski, A. N. *Analiza inginerească a proceseorl aleatoare*. Moscova, 1979.
[6] Rîjov, A. *Statistică matematică în lucrările miniere*. Moscova 1973.
[7] Wojciechowski, K. *Model de prezentare a situației metanului în zona frontului de abataj*. Archiwum gornictwa. T. 23, 2, 4, 1978.
[8] Drzezla, R. *Distribuția metanului ce se degajă din cărbunele tăiat*. Archivum gornictawa, nr. 2, 1980.
[9] Trutwin, W. *Variația concentrației CH_4 în lucrările miniere pe baza cercetărilor de laborator*. Archiwum gornictwa, 1977.

Contribuții la studiul condițiilor geologice și miniere ale zăcământului Șuior*)

Prof. dr. doc. ing **B. Almășan**
ing. **Șt. Benea**
ing. **R. Cosma**
Universitatea din București

I. Introducere

Zăcământul Șuior din bazinul minier Baia Mare, a cărui exploatare a început în anul 1962, reprezintă o importantă sursă de minereuri neferoase pentru industria țării. Pe măsura extracției rezervelor, acest zăcământ s-a dovedit a fi tot mai dificil de exploatat, din cauza compoziției mineralogice a umpluturii filoniene și a rocilor înconjurătoare, a unei microtectonici complicate, a situației hidrogeologice și a altor cauze care, în ansamblu, au condus la scăderea apreciabilă a rezistenței rocilor, cu consecințe negative asupra stabilității lucrărilor de deschidere, pregătire și din abataje. În prezent, exploatarea în profunzime a zăcământului, sub cota 590, datorită schimbării compoziției mineralogice a rocilor și influenței factorilor care se manifestă în urma exploatării părții superioare a zăcământului, pune probleme deosebite pentru aplicarea și generalizarea unei metode de exploatare care să asigure un nivel de producție pe măsura volumului de rezerve din acest zăcământ și a necesarului de materii prime cu minereuri neferoase.

În cele ce urmează, se prezintă o analiză a problemelor pe care le ridică acest zăcământ, din punct de vedere geologic și al tehnologie de exploatare și, pe baza concluziilor rezultate, orientarea rezolvării acestor probleme spre soluții eficiente.

II. Caracterizare geologică

Zăcământul Șuior este situat în partea de sud-vest a masivului eruptiv neogen Gutîi, județul Maramureș.

La alcătuirea geologică a zonei iau parte formațiuni sedimentare (din eocen, badenian și pannonian în facies predominant marnos) și eruptive, care se află în raport, fie de superpoziție, fie de întrepătrundere. Dintre formațiunile eruptive în zona aferentă zăcământului au fost evidențiate andezitul cuarțifer de Șuior și andezitul cu piroxeni ± amfiboli de Cavnic-Jereapăn, care constituie roca-gazdă a filonului Cremenea (fig. 1). La contactul cu zona mineralizată se remarcă prezența unei brecii andezitice, cu filonașe de cuarț și intense alterări hidrotermale pe fisuri.

Structura Cremenea de la Șuior reprezintă o fractură de forfecare, generată de evoluția tectonică a cuverturii vulcano-sedimentare, în procesul de decroșare a faliei Dragoș Vodă [14]. Fracturile de forfecare au determinat un mediu favorabil de diferențiere prin filtrare a

* Se supune discuției

soluţiilor hidrotermale, permiţînd zonarea pe verticală a mineralizaţiei (auro-argentiferă la partea superioară şi polimetalică în adîncime).

Zăcămîntul Şuior este alcătuit din filonul principal Cremenea şi cîteva ramificaţii, localizate în dyke-ul de andezite piroxenice ± amfiboli de Cavnic-Jereapăn. Filonul Cremenea se caracterizează printr-o structură amigdaloidă foarte neregulată, cu grosimi variind între 1,5—45 m, direcţie N 75° E şi înclinări de 75—85° SE.

Zăcămîntul Şuior a fost cercetat pînă la adîncimea de 600 m cu lucrări miniere, iar pînă la adîncimea de 1 200 m, cu foraje. Perspectiva zăcămîntului, avînd în vedere şi rezultatele prospecţiunilor geofizice (gravimetrice, magnetometrice şi electrometrice) se extinde pînă la adîncimea de 1 500 m.

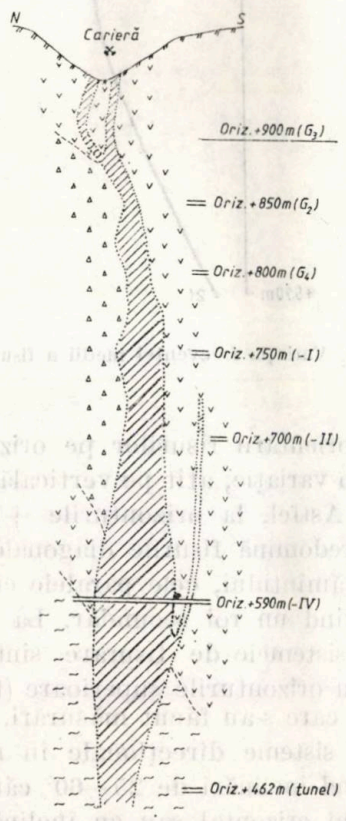


Fig. 1. Schiţa zăcămîntului Şuior (secţiune verticală)

III. Particularităţi mineralogice

Zăcămîntul Şuior se caracterizează printr-o compoziţie mineralogică deosebit de variată. Relaţiile dintre mineralele metalice şi cele nemetalice indică formarea mineralizaţiei într-o singură fază importantă metalogenetică [6].

Studiile microscopice, calcografice şi roentgenostructurale efectuate pe eşantioane de la orizonturile +750, +700 şi +590 m evidenţiază prezenţa următoarelor minerale:

— elemente native: aur;

— sulfuri: pirită, mispichel, calcopirită, blendă, tetraedrit şi galenă;

— telururi: calaverit (?);

— carbonaţi: calcit, dolomit;

— sulfaţi: gips;

— silicaţi: cuarţ, feldspaţi (adular, ortoză, albit, microclin), zeoliţi (mordenit, phillipsit, gonnardit), amfiboli, piroxeni şi minerale argiloase (caolinit, dickit, illit, montmorillonit).

Identificarea calaveritului, zeoliţilor şi dickitului reprezintă o noutate în cunoaşterea mineralogică a zăcămîntului, iar gonnarditul nu a mai fost citat în România.

Succesiunea de formare a mineralelor din zona auroargentiferă, de la partea superioară a zăcămîntului, este: pirită-wurtzit-blendă-mispichel-calcopirită-tetraedrit-galenă-boulangerit-marcasită-aur-covelină-bornit [13]. Dintre acestea, în afară de pirită, blendă, galenă şi aur, celelalte minerale au doar o semnificaţie mineralogică.

IV. Alterări hidrotermale şi supergene

Andezitul piroxenic de Cavnic-Jereapăn, în care este localizat filonul Cremenea, este intens alterat, atît hidrotermal, cît şi supergen. Mineralele de alterare pot constitui 30—40% din masa rocilor la orizonturile +700 şi +590 m.

De la filon la roca proaspătă pot fi sesizate următoarele faciesuri de alterare hidrotermală (fig. 2):

— adularizări ± sericitizări;

— argilizări cu illit şi montmorillonit;

— argilizări cu caolinit şi dickit;

— cloritizări ale mineralelor feromagneziene.

Zonalitatea fenomenului de alterare hidrotermală (fig. 2) poate fi explicată prin variaţia chimismului soluţiilor, atît în timp, determinată de efectul de filtrare, cît şi în spaţiu, datorită reacţiilor cu rocile înconjurătoare [13].

Alterarea supergenă a fost favorizată de fisurarea intensă a rocilor şi de oxidarea sulfurilor în condiţii de circulaţie a apelor intens oxigenate. Fenomenul a afectat, în special, andezitul cu montmorillonit şi illit şi, subordonat, andezitul adularizat.

Rezultatul acestei alterări este apariţia caolinitului secundar şi al gipsului, ca urmare a eli-

berării de Ca din montmorillonit şi a reacţiei lui cu H_2SO_4, format prin oxidarea sulfurilor.

Toate aceste reacţii sînt intens exoterme, fapt ce a determinat autoaprinderi prin încarbonizarea avansată a lemnului de mină din aba-

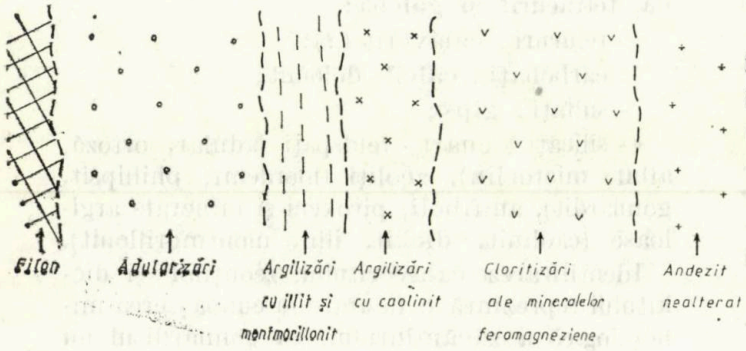


Fig. 2. Zonalitatea proceselor de alterare la zăcămîntul Şuior

tajele abandonate. De asemenea, prezenţa continuă a apelor de circulaţie prin sistemul de fisuri şi pori al andezitelor a determinat o îmbogăţire în N_2 a atmosferei din unele abataje.

Datorită proceselor de alterare, masivul de rocă se fragmentează, îşi diminuează coeziunea şi poate atinge, în final, o stare de dezagregare totală.

V. Măsurări microtectonice

Măsurările microtectonice au fost efectuate în fronturile galeriilor transversale, la contactul zonei mineralizate cu rocile înconjurătoare, la orizonturile +725 m, +700 m şi +590 m.

Fisurile măsurate au lungimi variate, cuprinse între 0,02 şi 12 m, distanţele între ele sînt de 2—8 cm, iar pereţii fisurilor au caracter rugos.

Fisurile sînt umplute în proporţie de 83%. Grosimea umpluturii fisurilor variază între 0,1 şi 7 cm. Umplutura fisurilor este alcătuită din cuarţ (48%), minerale metalice (10%), între care predomină pirita şi subordonat blendă, galenă şi calcopirită, precum şi minerale argiloase (cca. 42%), cel mai frecvent fiind caolinitul.

Datele microtectonice au fost prelucrate statistic la calculatorul WANG—2200 C din dotarea I.P.G.G. Bucureşti, programele fiind elaborate în limbaj BASIC.

Frecvenţa fisurilor pe 1 m lungime variază între 12 şi 45. Frecvenţa medie a fisurilor pe orizonturi variază astfel:

— orizontul +725 m ... 22 fisuri/m;
— orizontul +700 m ... 25 fisuri/m;
— orizontul +590 m ··· 21 fisuri/m.

Aşadar, după cum se poate remarca şi în figura 3, gradul de tectonizare al zăcămîntului Şuior rămîne aproximativ constant, în funcţie de adîncime.

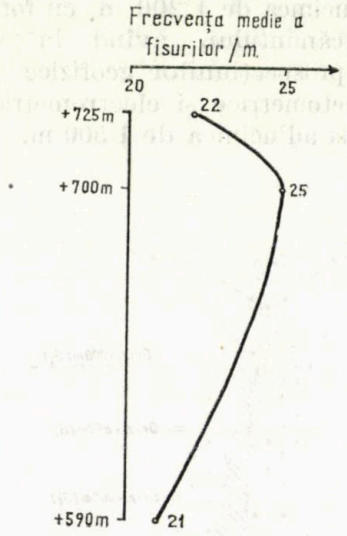


Fig. 3. Variaţia frecvenţei medii a fisurilor

Analiza orientării fisurilor pe orizonturi evidenţiază o variaţie, atît pe verticală, cît şi pe orizontală. Astfel, la orizonturile +725 m şi +700 m predomină fisurile diagonale faţă de direcţia zăcămîntului, cele paralele cu direcţia filonului avînd un rol secundar. La orizontul +590 m, sistemele de fisurare sînt diferite, în raport cu orizonturile superioare (fig. 4). În punctele în care s-au făcut măsurări, au putut fi separate sisteme direcţionale în raport cu filonul, avînd înclinări de 25—60° către N sau S, un sistem orizontal sau cu înclinări foarte mici, fisuri oblice, precum şi fisuri perpendiculare pe direcţia zăcămîntului.

Sistemele principale de fisuraţie, măsurate la zăcămîntul Şuior, sînt prezentate în tabelul 1.

În toate galeriile transversale de la orizontul +590 m, în care s-au făcut măsurări, orientarea planelor fisurilor poate duce la separarea în bolta lucrărilor miniere, a unor pene de alu-

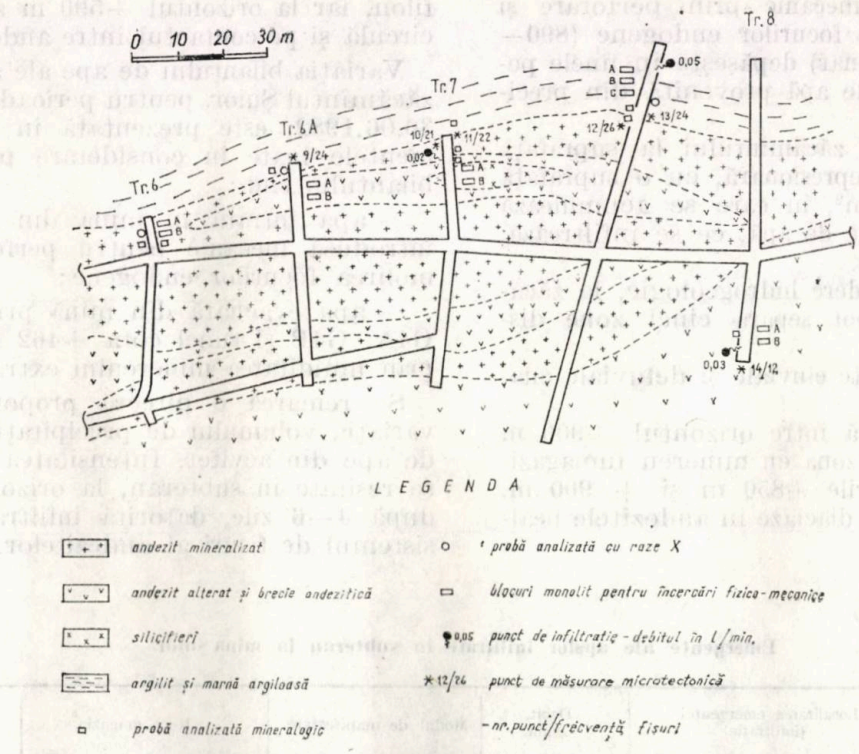


Fig. 4. Planul oriz. +590 m (—IV) de la mina Şuior.

Distribuţia fisurilor în zăcământul Şuior *Tabelul 1*

Galeria transversală	Fisuri/m	Sisteme principale de fisuri		
		paralel cu direcţia zăcământului	diagonal faţă de direcţia zăcământului	perpendicular pe direcţia zăcământului
Oriz. +725 m				
3/N	30		N 30 E/70 NV	
4/N	16		N 45 E/48 SE	
5/N	20		N 70 E/vertical	
Oriz. + 700 m				
4/S	23		N 30 V/60 SV	
5/N	45		fisuri foarte dispersate	
6/N	26		N 60 E/60 NV	
7 A/S	15	N 80 E/60 SE N 72 E/25 NV	N 45 E/10 SE	
8/S	15		N 56 E/vertical	
Oriz. + 590 m				
6 A/(marne)	24	N 80 E/12 NV	N 60 E/66 NV	N 5 V/32 SV
7/N (andezit)	21	EV/10 N	N 40 E/vertical	
7/N (marne)	22	N 78 E/60 SE	N 50 E/60 SE	NS/76
7A/N (andezit)	26	N 72 E/26 SE N 78 E/38 NV	N 50 E/78 SE	
7A/N (marne)	24	N 78 E/42 NE EV/40 S	N 30 V/30 NE	
8/S	16		N 42 E/vertical	NS/37 V NS/50 E

necare pe una sau două dintre feţele penei. Uneori, se pot forma pene de desprindere şi alunecare şi în pereţii lucrărilor miniere, indiferent de orientarea acestora.

VI. Condiţii hidrogeologice

Zăcământul Şuior reprezintă o situaţie hidrogeologică complexă, în prezenţa unor roci cu grad avansat de tectonizare şi uşor alterabile, datorită apelor de infiltraţie în subteran.

Infiltraţiile de apă în subteran au următoarele surse :

— precipitaţiile abundente (1 490—2 020 mm/an);

— reţeaua hidrografică bogată, cu debite însemnate (p. Şuior = 40—180 l/min, p. Cutei =25—100 l/min. ş.a.).

Apa introdusă mecanic prin perforare și pentru înnămolirea focurilor endogene (890—2 029 vagoane lunar) depășește în unele perioade cantitatea de apă provenită din precipitații.

Prin exploatarea zăcămîntului la suprafață s-a creat o zonă depresionară, cu o suprafață de circa 100 000 m², în care se acumulează cantități importante de apă, ce se infiltrează, parțial, în subteran.

Din punct de vedere hidrogeologic, la zăcămîntul Șuior se pot separa cinci zone distincte:

- zona cu depozite eluviale și deluviale cuaternare;
- zona rambleiată între orizontul +900 m și talpa carierei și zona cu minereu înmagazinat între orizonturile +850 m și + 900 m.
- zona cu falii și diaclaze în andezitele nealterate;
- zona cu fisuri în andezitele alterate;
- zona cu fisuri în marne (apele de infiltrație sînt semnalate la orizontul +590 m, circulînd prin faliile și fisurile de la contactul andezit-marnă).

Apele infiltrate în diferite puncte în zona carierei abandonate circulă prin falii, fisuri și porii rocilor, cu viteze variind între 0,004 și 12 m/min (testări cu tritiu, I.G.P.S.M.S. și I.F.A. București, 1974).

Emergențe ale apelor infiltrate în subteran au fost evidențiate și la orizonturile +700 m, +590 m și +462 m (tab. 2). Debitele acestor emergențe sînt cuprinse între 0,01 și 17,0 l/min (tunelul Baia Sprie — Șuior — Cavnic, metrul 4 313).

Infiltrațiile se produc preponderent pe falii și fisuri (în general umplute, cu lățimi de 1—40 mm). La orizontul +700 m, apele se infiltrează pe zona de contact dintre andezitul alterat și filon, iar la orizontul +590 m apele infiltrate circulă și pe contactul între andezite și marne.

Variația bilanțului de ape ale acviferului din zăcămîntul Șuior, pentru perioada 01.01.1981—30.06.1982, este prezentată în figura 5. Elementele luate în considerare pentru calculul bilanțului sînt:

— apa intrată în mină din precipitații și introdusă mecanic pentru perforare și înnămolirea focurilor endogene;

— apa evacuată din mină prin galerii (G2, G4A, G4B și tunel cota +462 m), precum și prin umiditatea minereului extras.

Se remarcă o directă proporționalitate în variația volumului de precipitații și volumului de ape din acvifer. Intensitatea precipitațiilor se resimte în subteran, la orizontul +590 m, după 4—6 zile, datorită infiltrării lente prin sistemul de fisuri al andezitelor.

Tabelul 2

Emergențe ale apelor infiltrate în subteran la mina Șuior

Orizontul	Localizarea emergenței (infiltrație)	Debit, l/min	Modul de manifestare	Roca magazin	Caracterizare microtectonică
+700 m (— II)	Gal. dir. m 6 V de suitor 2	6,45	izvor	andezit alterat/ filon	fisuri 1—9 mm
	Transv. 3; m 1 S	0,08	picături din tavan	filon/andezit alterat	falie
+590 m (— IV)	Transv. 7 fr. N	0,02	prelingeri	contact andezit/ marnă	fisuri 1—23 mm
	Transv. 7A fr. N	0,05	picături din tavan	marnă friabilă	fisuri 0—40 mm
	Transv. 8 fr. S	0,03	prelingeri	andezit f. alterat	fisuri 1—11 mm
+462 m Tunel (măsurări I.G.P.S.M.S., 1980)	m 4300—4313	17,00	șiroire	andezit	zonă de falie
	m 5735—5738				fisurație redusă
	perete S	0,15	prelingeri	andezit	fisurație deschisă
	m 7737 nișă N	0,16	izvor	andezit	falie cu umplutură
	m 8049	0,01	prelingeri	andezit mineralizat	argiloasă

Infiltrațiile de apă reprezintă un factor negativ important în cazul zăcămîntului Șuior, condiționînd gradul de alterare al rocilor, proprietățile fizico-mecanice ale acestora, cu implicații directe asupra alegerii metodei de exploatare.

VII. Caracteristici fizico-mecanice

Sub orizontul +590 m, în culcușul zăcămîntului, sînt prezente argilite și marne argiloase badeniene, în contact cu andezite alterate și brecii andezitice.

1. *Andezite*

Valorile medii ale caracteristicilor fizico-mecanice sînt prezentate, pe tipuri petrografice, în tabelul 3.

Densitatea andezitelor variază între 2,756 și 2,819 g/cm³, fiind mai ridicată pentru andezitele slab mineralizate din transversala 6.

Rezistența la compresiune în stare uscată este aproximativ constantă pentru toate tipurile de andezite de la orizontul +590 m, variind între 79 și 83 N/mm².

metri pot avea următoarele valori orientative:

— coeziunea , $c = 12—15$ N/mm² (120—150 kgf/cm²);

— unghiul de frecare interioară, $\varphi = 30°—34°$.

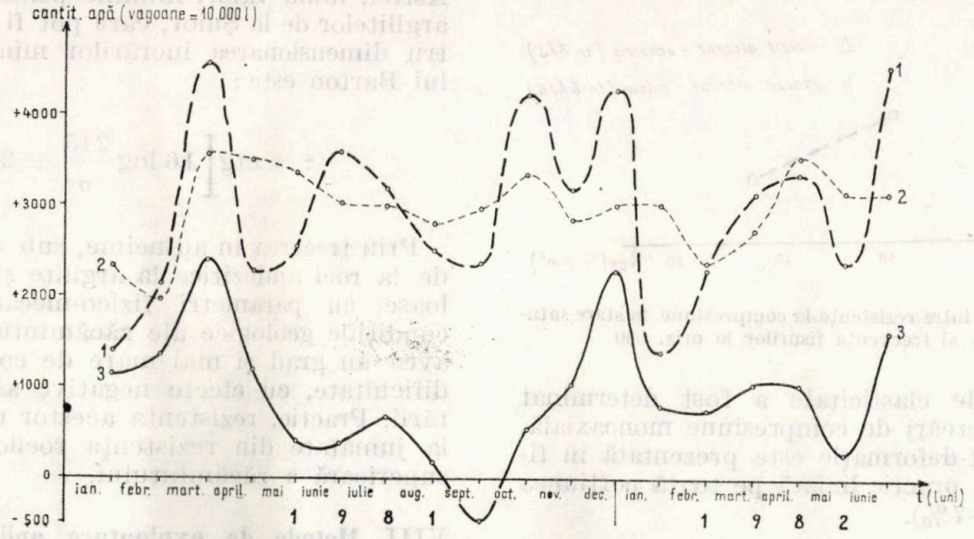


Fig. 5. Bilanțul debitului de ape din zăcămîntul Șuior:
1 — apă intrată în mină; *2* — apă evacuată; *3* — variația rezervei acviferului.

Tabelul 3

Valori medii ale principalelor proprietăți fizico-mecanice ale rocilor din zăcămîntul Șuior

Tip petrografic	Densitatea, g/cm³	Rezistența la compresiune, MPa		Rezistența la tracțiune, MPa	Coeziunea, MPa	Unghiul de frecare interioară, grade	
		oriz + 750 m	oriz. + 590 m			în masiv	rezidual
Andezit mineralizat	2,819	56,0	76,5	5,1	11,5	33	22
Andezit alterat (acoperiș)	2,811	28,8	66,5	3,2	6,5	30	22
Andezit alterat (culcuș)	2,756	54,0	39,0	4,6	11,0	31	23
Brecie andezitică	2,610	41,0		3,9	9,5	30	25
Argilite și marne argiloase	2,186		24,5		6,3	29	20

Notă: Valorile coeziunii și unghiului de frecare interioară pentru rocile andezitice sînt preluate după I.C.I.T.P.L.C.I.M. Deva, 1982.

În schimb, rezistența la compresiune în stare saturată prezintă valori distincte pentru fiecare tip petrografic:

— andezit mineralizat .....76 N/mm²;

— andezit alterat — acoperiș ... 66 N/mm²;

— andezit alterat — culcuș ... 39 N/mm².

Rezistența la compresiune în stare saturată variază invers proporțional cu coeficientul de înmuiere, după saturare cu apă (fig. 6), cît și cu frecvența fisurilor pe 1 m lungime (fig. 7).

Valorile menționate evidențiază rezistențele reduse ale andezitelor de la Șuior, datorate gradului avansat de alterare și tectonizare.

Rezistența la șoc mecanic prezintă, de asemenea, valori scăzute, cuprinse între 1,45 și 2,25 N mm/mm³.

În ceea ce privește coeziunea și unghiul de frecare interioară în funcție de mărimea rezistenței la compresiune, pe baza determinărilor făcute de unii cercetători [19] și a recomandărilor din literatura de specialitate, acești para-

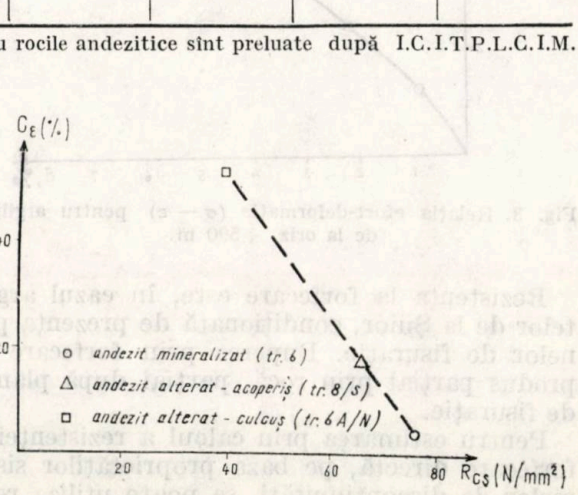


Fig. 6. Corelația între rezistența la compresiune în stare saturată R_{cs} și coeficientul de înmuiere C_ε la oriz. 590.

2. *Argilite și marne argiloase*

Rezistența la compresiune monoaxială, determinată la umiditatea naturală de 1,6%,

prezintă următoarele valori medii (tab. 3):
— paralel cu stratificaţia ··· 30,7 MN/m²;
— perpendicular pe stratificaţie 24, 5 MN/m².
Raportul de anizotropie rezultă astfel de 1,25.

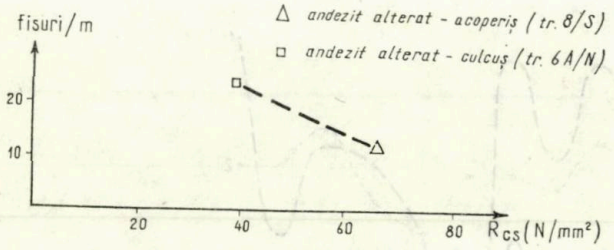


Fig. 7. Corelaţia între rezistenţa la compresiune în stare saturată R_{cs} şi frecvenţa fisurilor la oriz. 590.

Modulul de elasticitate a fost determinat tot prin încercări de compresiune monoaxială. Relaţia efort-deformaţie este prezentată în figura 8, fiind practic liniară pe toată porţiunea studiată (0—7%).

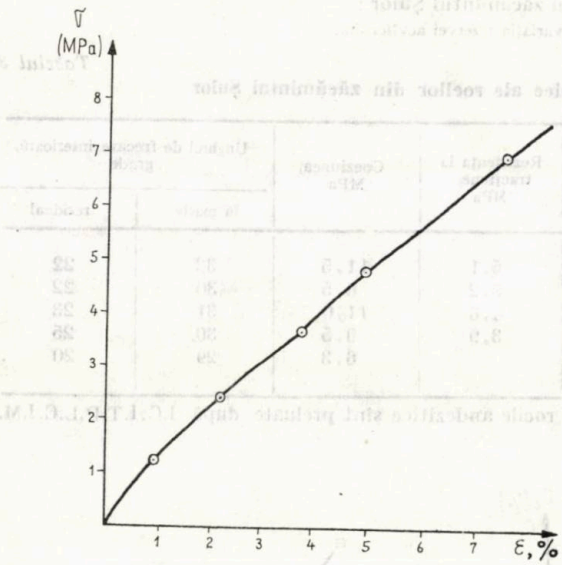


Fig. 8. Relaţia efort-deformaţie ($\sigma - \varepsilon$) pentru argilitele de la oriz. +590 m.

Rezistenţa la forfecare este, în cazul argilitelor de la Şuior, condiţionată de prezenţa planelor de fisuraţie. Ruperea prin forfecare s-a produs parţial prin rocă, parţial după planele de fisuraţie.

Pentru estimarea prin calcul a rezistenţei la forfecare directă, pe baza proprietăţilor sistemelor de discontinuităţi, se poate utiliza relaţia elaborată de Barton [4]:

$$\tau = \sigma \operatorname{tg}\left[k_{rf} \log\left(\frac{R_{cf}}{\sigma}\right) + \varphi\right]$$

unde:
τ este rezistenţa la forfecare, MN/m²;
σ — efortul normal efectiv, MN/m²;
k_{rf} — coeficientul de rugozitate al fisurilor;
R_{cf} — rezistenţa la compresiune în pereţii fisurilor, MN/m²;
φ — unghiul de frecare interioară, grade.

Astfel, luînd valori minime pentru constantele argilitelor de la Şuior, care pot fi utilizate pentru dimensionarea lucrărilor miniere, criteriul lui Barton este:

$$\tau = \sigma \operatorname{tg}\left[16 \log \frac{245}{\sigma} + 29\right].$$

Prin trecerea în adîncime, sub cota +590 m, de la roci andezitice la argilite şi marne argiloase, cu parametri fizico-mecanici inferiori, condiţiile geologice ale zăcămîntului Şuior pot avea un grad şi mai mare de complexitate şi dificultate, cu efecte negative asupra exploatării. Practic, rezistenţa acestor roci se reduce la jumătate din rezistenţa rocilor din partea superioară a zăcămîntului.

VIII. Metode de exploatare aplicate la zăcămîntul Şuior

Zăcămîntul Şuior fiind situat într-o zonă cu un relief energetic pronunţat, deschiderea lui s-a făcut după metoda clasică cu galerii de coastă şi puţuri verticale oarbe. Această metodă de deschidere este tradiţională pentru zăcămintele din bazinul minier Baia Mare. Ulterior s-a trecut şi la deschiderea şi exploatarea în carieră a porţiunii din zăcămînt dinspre afloriment, iar în subteran s-a executat un plan înclinat cu secţiune mare, pentru transportul cu autobasculante.

Astfel, partea superioară s-a deschis încă din faza de explorare cu patru galerii de coastă (între cotele 800 şi 1 050 m), după care s-a trecut la săparea unui puţ orb central, din care deschiderea părţii inferioare a zăcămîntului s-a continuat cu alte galerii de orizont, la diferenţe de nivel de 50 m (fig. 1). În cadrul deschiderii orizonturilor, galeriile direcţionale s-au săpat iniţial pe mijlocul filonului, iar ulterior, aceste galerii s-au săpat în steril, deasupra cotei 900 în culcuş şi sub cota 850 în acoperiş, din care s-au executat galerii transversale la intervale de 30 m pentru amplasarea lucrărilor de pregătire proprii metodelor de exploatare adoptate. Acest mod de deschidere se continuă şi în prezent sub cota 800.

Faţă de aspectele geologice de zăcămînt descrise în capitolele anterioare, condiţiile de extracţie la aplicarea diverselor metode de exploatare, pe parcursul desfăşurării lor, au apărut a fi foarte dificile, ele caracterizîndu-se prin:
— stabilitate redusă a rocilor datorită compoziţiei mineralogice şi a tectonizării avansate care favorizează acţiunea negativă a infiltraţiilor de ape;

— cimentarea minereului depozitat pe termen mai lung în spații închise;

— curgerea rocilor alterate în prezența unor infiltrații de ape mai importante;

— apariția de focuri endogene în zona de surpare datorită reacțiilor exotermice, apelor acide și a activității biochimice asupra lemnului folosit la susținere;

— emanații de gaz metan și azot.

Datorită acestor condiții, lucrările miniere de deschidere și pregătire au suferit deformații prin umflarea vetrei, convergența și surparea tavanului și pereților, afectînd toate tipurile de susținere.

În ceea ce privește metodele de exploatare, în perioada anilor 1962—1974 au fost aplicate metoda de exploatare la zi și patru metode de exploatare în subteran.

Pentru creșterea producției la nivelul capacității posibile, admisă de situația rezervelor de bilanț puse în evidență, s-au depus eforturi pentru promovarea celor mai productive metode de exploatare. Ele s-au adaptat diferitelor situații din zăcămînt, influențate negativ de prezența unei mase de roci surpate, rambleu și lemn de mină cu proprietăți de curgere (urmare alterării și infiltrațiilor de ape) ca și a unor porțiuni cu focuri endogene.

În tabelul 4 se prezintă metodele de exploatare aplicate în subteran împreună cu principalii indicatori specifici și dificultățile întîmpinate. De asemenea, pentru a avea o imagine de ansamblu, în figura 9 sînt redate schițele de principiu ale acestor metode cu unele detalii mai caracteristice [20].

Datele prezentate arată de ce metodele de exploatare clasice adoptate au fost rînd pe

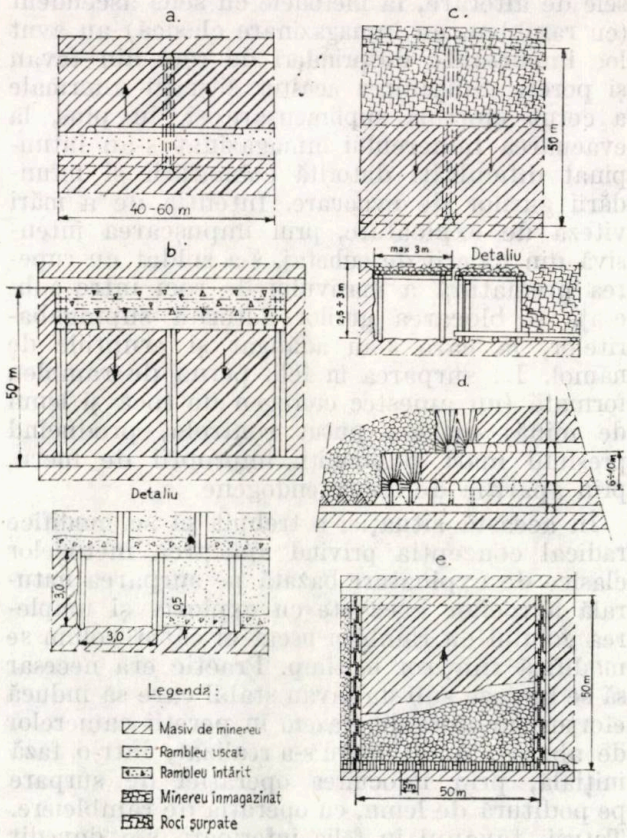


Fig. 9. Metode de exploatare practicate la mina Șuior:
a — în felii orizontale, sens ascendent, cu rambleu uscat; *b* — în felii orizontale, sens descendent, cu rambleu uscat și parțial întărit; *c* — în felii orizontale cu surpare; *d* — cu subetaje și înmagazinare; *e* — cu înmagazinare clasică.

Tabelul 4

Metode de exploatare în subteran aplicate la E M. Șuior

Metoda de exploatare	Etaj	Perioada, ani	Diluție, %	Pierderi, %	Productivitate, t/post	Producția în abataj, t/lună	Viteza pe verticală, m/an	Consum de lemn, m³/1 000 t	Observații
Ascendent cu rambleu uscat	900—925 800—850 750—800	1962—1970	7—23	10—12	1,6—2,4	465—750	3,9—4,5	39—50	Derocări masive din tavan, rambleu alterabil
Descendent cu rambleu uscat și poditură de lemn	800—850	1972—1976			2,4	1 000		40—43	Tavan instabil, surpări
Descendent cu rambleu întărit	800—850 750—800	1976—prezent	1—3	1—3	2,4	2 000	5,7	40	Transport rambleu de la distanțe mari
Surpare în felii orizontale	850—825	1969—1976	10—15	3—5	3,0—4,0	1 300—1 500		>50	Presiuni mari, infiltrații mari de apă, agățare pernă de rambleu, focuri endogene
Înmagazinare descendent în subetaje	900—850	1975	15—23	5—7	4,5—8,5	2 800—5 400		3,5—5,5	Surpări subetaje Erupții de nămol
Înmagazinare clasică (în ramificații filoniene cu gros. sub 4 m)	800—850 750—800 700—750	1962—1974	10—30		3,8—9,0	1 400—4 000			Surpări tavan Blocare minereu înmagazinat

rînd abandonate. În urma manifestării presiunii rocilor înconjurătoare slăbite prin procesele de alterare, la metodele cu sens ascendent (cu rambleu, cu înmagazinare clasică) au avut loc importante desprinderi de roci din tavan şi pereţi. Stăpînirea acestor situaţii anormale a cerut eforturi suplimentare şi, în plus, la evacuarea minereului înmagazinat s-au întîmpinat dificultăţi datorită colmatării şi înfundării gurilor de evacuare. Intenţia de a mări viteza de exploatare, prin împuşcarea intensivă din galerii de subetaj, s-a soldat cu ruperea prematură a masivului de roci între subetaje şi blocarea gurilor datorită supragabaritelor, la care s-au adăugat şi erupţiile de nămol. La surparea în felii perna de rambleu formată (un amestec eterogen de rocă şi lemn de mină) nu s-a putut controla, producînd presiuni mari şi condiţii improprii de lucru, prin apariţia de focuri endogene.

În această situaţie, a trebuit să se modifice radical concepţia privind aplicarea metodelor clasice de exploatare bazată pe surparea naturală a rocilor excavate cu exploziv şi umplerea golului cu rambleu uscat al cărui volum se modifică simţitor în timp. Practic era necesar să se lucreze sub un tavan stabil care să inducă eforturi minime de reazem în pereţii camerelor de abataj. Acest lucru s-a realizat, într-o fază iniţială, prin înlocuirea operaţiei de surpare pe poditurâ de lemn, cu operaţia de rambleiere. Totuşi, tavanul în felia inferioară s-a dovedit puţin rezistent şi astfel s-a trecut la realizarea unui planşeu de rambleu întărit (fig. 9 *b*), restabilindu-se condiţii normale de lucru fără pericole. Noua metodă, avînd ca element de noutate turnarea pe vatra abatajului a unei podituri dintr-un amestec de roci sterile şi ciment, a ridicat problema folosirii de roci nealterabile şi a unei mecanizări corespunzătoare volumului mare de rambleu preparat ce trebuia introdus în abataj. În prezent se foloseşte pietriş aluvionar, iar amestecul cu ciment se realizează în abataj cu betoniere. Indicatorii arată reducerea la minimum a diluţiei şi a pierderilor de minereu, menţinerea unei productivităţi la nivelul limitei superioare realizată la metoda cu rambleu cu sens ascendent. De asemenea, lucru esenţial, securitatea muncii în abataj este deplină.

IX. Metode de exploatare aplicate în străinătate la zăcăminte cu condiţii geologo-miniere dificile

Pe plan mondial, tehnologiile de exploatare a unor zăcăminte cu condiţii dificile geologo-miniere s-au dezvoltat pe linia creşterii stabilităţii abatajelor şi sporirii vitezei de avansare a fronturilor de lucru prin mecanizare intensivă.

Creşterea stabilităţii abatajelor s-a realizat prin crearea unor tavane şi pilieri artificiali în cadrul aplicării unor metode singulare sau combinate. În cele ce urmează se prezintă cîteva exemple din literatura de specialitate avută la dispoziţie.

La *mina Zodsk*, din U.R.S.S., zăcămîntul cuprinde zone filoniene cu o morfologie complicată, cantonate în dyke-uri metasomatice. Rocile înconjurătoare sînt constituite din gabbrouri şi peridotite serpentinizate, care au su-

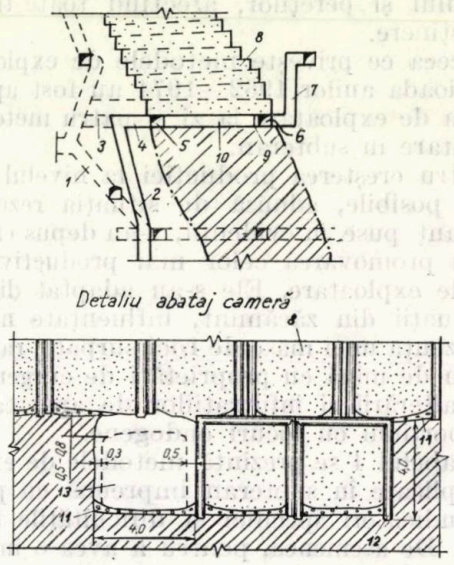


Fig. 10. Metoda de exploatare în felii orizontale, sens descendent, cu rambleu întărit la mina Zodsk (U.R.S.S.):

1 – plan înclinat ; *2* – rostogol de minereu; *3* – acces în felie; *4* – cameră de descărcare; *5* – galerie de transport în culcuş; *6* – galerie de aeraj şi transport rambleu în acoperiş; *7* – suitor de aeraj şi rambleu; *8* – rambleu întărit; *9* – paravan; *10* – abataj cameră; *11* – minereu împuşcat; *12* – susţinere de lemn; *13* – zona frontului perforat.

ferit intense hidrotermalizări, slăbind mult stabilitatea lor în apropierea filoanelor. Deschiderea zăcămîntului s-a făcut prin galerii de coastă, săpate pe verticală la intervale de 40—55 m şi un puţ la zi. Iniţial s-a prevăzut promovarea metodelor de exploatare cu înmagazinare, cu subetaje şi în felii orizontale, sens ascendent, cu rambleu uscat. De la primele încercări ale acestor metode s-au înregistrat rezultate negative din cauza creşterii pericolului de accidentare, imposibilităţii evacuării minereului cimentat, ca şi pierderilor şi diluţiei ridicate. Rambleul aşezat nu a sprijinit partea de sus a golului, astfel că au apărut presiuni de reazem care au produs surpări masive. Productivitatea fizică în abataj era de 0,7—0,9 m^3/post, fiind mai scăzută decît la lucrările de înaintare. Pierderile de minereu în felie au atins 20%. În anul 1981 s-a pregătit un bloc pentru exploatarea descendentă în felii orizontale cu rambleu întărit şi folosirea utilajelor pe pneuri. Blocul are o lungime de 170—200 m şi înălţimea de 45—55 m, fiind pre-

gătit dintr-un plan înclinat cu panta de 8—10° (fig. 10). Abatajul se dezvoltă în camere de 4×4 m, înclinate cu 3—4°, ceea ce asigură o rambleiere completă. Camerele din felia inferioară se deplasează cu jumătate din lățimea superioară, pentru a lega mai bine masivul de rambleu din tavan. Săparea camerelor lîngă rambleul întărit se face după ce acesta atinge o rezistență de 0,7—1,0 MPa, iar sub tavanul de rambleu cînd rezistența finală este 2,7—2,9 MPa. Se folosește o susținere de lemn în cîmpuri de 1,5—2,0 m. La forarea găurilor de mină se păstrează o distanță de 0,5—0,8 m de la tavan, iar pe vatra camerei se lasă un strat de minereu împușcat de 10—20 cm. Pentru realizarea unui metru cub de rambleu întărit se folosesc 1 065 kg nisip de piatră ponce, 185 kg ciment și 425 kg apă. Rambleul este pregătit mecanizat la suprafață într-o instalație de preparare și transportat la orizontul în lucru prin două conducte verticale cu lungimea de 70—120 m, apoi printr-o conductă orizontală, cu diametrul de 153 mm, pînă la o distanță de 800 m. Cu această metodă s-a realizat pînă acum un indice de pregătire de

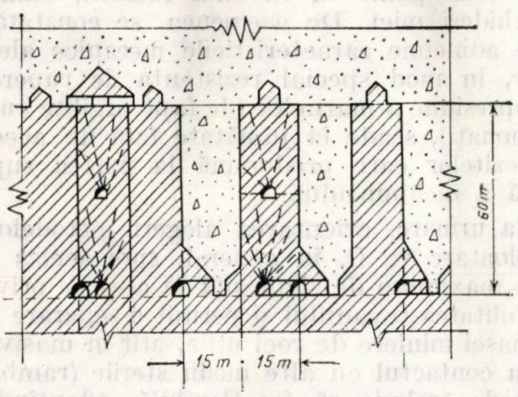


Fig. 11. Metoda de exploatare cu camere în etaj și rambleu întărit de la mina Gaisk (U.R.S.S.).

29,1 m³/1 000 t, viteză pe verticală de 8,5 m/an, productivitate în abataj de 8,7 m³/p, consum de lemn de mină de 0,05 m³/1 000 t, diluția 8% și pierderi de 2,3%.

La *mina Gaisk* (U.R.S.S.) se exploatează un zăcămînt cu pirită cupriferă care are cîteva corpuri mineralizate cu forme de lentile și filoane complicate. Rocile înconjurătoare constau din porfire diabazice, tufuri pelitice stratificate și tufobrecii. La contactul corpului mineralizat, rocile înconjurătoare au suferit modificări profunde prin sericitizări, cloritizări și distrugeri pînă la o stare de argilă afînată. Grosimea rocilor argiloase variază între 1 și 15 m. Astfel de roci apar și sub formă de intercalații în corpurile mineralizate cu grosimi de la cîțiva centimetri pînă la 2—2,5 m. La această mină se aplică metoda de exploatare cu camere de etaj și rambleu întărit, care permite exploatarea cu metode combinate. Pregătirea blocului constă din săparea galeriilor de transport și pentru forarea găurilor de mină, precum și a unui suitor de degajare săpat în centrul blocului (fig. 11). Pentru pregătirea unui metru cub de rambleu se folosesc 40 kg ciment, 360 kg zgură, 1 260 kg nisip și 360—400 l apă, obținîndu-se un rambleu întărit cu rezistența de rupere la compresiune de 5—6 MPa. Principalii indicatori tehnico-economici obținuți pînă

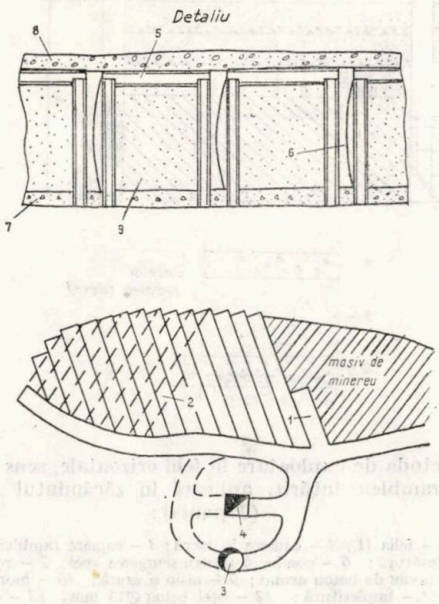


Fig. 12. Metoda de exploatare în felii orizontale, sens descendent, cu rambleu întărit de la mina Garpenberg (Suedia):

1 — felia I; *2* — felia II; *3* — suitoare de circulație; *4* — rostogol; *5* — susținere de lemn; *6* — perete despărțitor; *7* — poditură din beton armat cu plasă; *8* — tavan artificial din beton; *9* — steril de flotație.

în prezent arată o productivitate la lucrările de pregătire de 9,5 m³/post, productivitatea în abataj de 65 t/post, diluția 6,0% și pierderi de 2,5%.

La *mina Garpenberg* (Suedia) se exploatează un zăcămînt polimetalic de grosime mare și stabilitate redusă, prin metoda cu felii orizontale în sens descendent cu rambleu întărit. Blocul se pregătește din suitori la fiecare felie cu înălțimea de 3 m (fig. 12). Felia se extrage în camere diagonale cu lățimea de 3 m, susținute cu lemn. După terminarea unei camere pe vatră se toarnă o poditură de beton cu grosimea de 25 cm, armată cu împletitură metalică. După întărirea betonului, pereții se bandajează, apoi se rambleiază cu steril adus de la uzina de preparare. Astfel, felia inferioară următoare se extrage sub un tavan de beton armat în camere, a căror direcție face un unghi de 45—60° față de direcția camerelor din felia superioară. Transportul materialelor pentru rambleiere se face pe conducte de la suprafață, toate celelalte operații

din abataj fiind intens mecanizate, ceea ce asigură indici tehnico-economici superiori.

Zăcămîntul cuprifer Kuroko (Japonia), datorită condițiilor geologice dificile, se exploatează în zonele mai instabile cu felii orizontale în sens descendent cu rambleu întărit. Pregătirea se face din suitori la fiecare felie (fig. 13). Din galeria de preabataj minereul se extrage

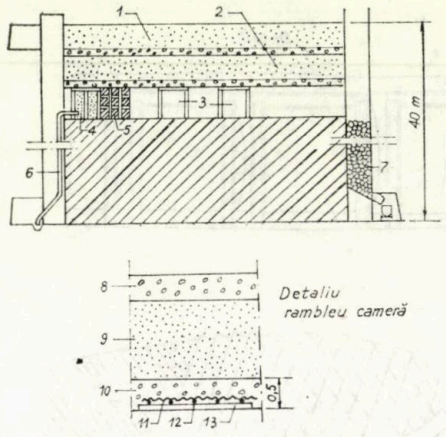


Fig. 13. Metoda de exploatare în felii orizontale, sens descendent, cu rambleu întărit, aplicată în zăcămîntul Kuroko (Japonia):

1 – felia I; *2* – felia II; *3* – camere în lucru; *4* – camere rambleiate; *5* – paravan din țesătură; *6* – conductă pentru scurgerea apei; *7* – rostogol de minereu; *8* – tavan de beton armat; *9* – nisip și zgură; *10* – mortar de ciment 15%; *11* – împletitură; *12* – oțel beton Ø13 mm; *13* – distanțier de lucru.

în camere dispuse alternativ, cu pilier de minereu sau de rambleu între ele. Vatra se acoperă cu lemn, oțel beton și plasă peste care se toarnă mortar de ciment, constituindu-se tavanul artificial pentru felia inferioară, după care se rembleiază hidraulic cu nisip și zgură.

În vederea preparării rambleului și a amestecului necesar întăririi, la minele respective sînt

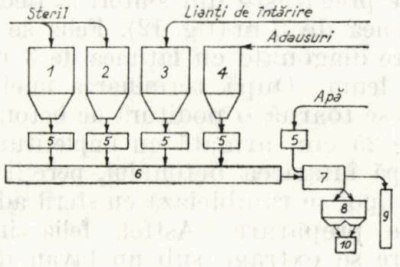


Fig. 14. Schema de principiu a unei instalații pentru prepararea rambleului în flux continuu:

1; 2; 3; 4 – silozuri pentru materiale; *5* – dozator; *6* – bandă transportoare; *7* – melanjor; *8* – siloz de amestec; *9* – conductă de transport; *10* – mijloace de transport comune.

organizate la suprafață cariere și instalații complexe (fig. 14), care asigură cantitățile de rambleu și amestec necesar umplerii golurilor din subteran, pe măsura extracției minereului.

X. Orientări privind posibilitățile de exploatare a rezervelor de minereu sub cota +590 m

Exploatarea rezervelor de minereu sub nivelul cotei +590 m, în contextul crizei actuale de materii prime, cere găsirea unor metode prin care să se facă față condițiilor grele geologo-miniere, care se întrevăd a fi chiar mai dificile decît cele întîlnite pînă în prezent la orizonturile superioare. Prin aceste metode este necesar să se extragă cît mai complet substanța minerală utilă la un preț de vînzare competitiv și cît mai scăzut posibil.

Astfel, gradul de tectonizare, rezultat din analiza microtectonică în lucrările miniere accesibile, este accentuat, caracterizîndu-se prin fisuri orientate nepreferențial, avînd ca efect desprinderea de roci în formă de pene după unul sau două plane în tavanul lucrării, chiar la deschideri mici. De asemenea, se constată că spre adîncime caracteristicile mecanice ale rocilor, în mod special rezistența de rupere la compresiune a marnelor (de fapt argilite cu 7% carbonați), scade la jumătate față de aceea a andezitelor care predomină la partea superioară a zăcămîntului.

Ca urmare, orientarea alegerii metodelor de exploatare va fi, în general, spre acelea care dau maximum de siguranță în ceea ce privește stabilitatea tavanului și permit o separare netă a masei miniere de roci utile, atît în masiv, cît și la contactul cu alte medii sterile (rambleu). Metoda trebuie să fie flexibilă, adaptîndu-se continuu neregularităților de zăcămînt (grosime, intercalații sterile etc.), dar mai ales variațiilor legate de proprietățile mecanice ale rocilor înconjurătoare, emanații de gaze nocive și altele.

Trebuie avut în vedere că zăcămîntul Șuior, prin caracteristicile sale geologo-miniere deosebite, reprezintă un unicat, atît pentru bazinul minier Baia Mare, cît și comparativ cu alte zăcăminte din țară, încît tratarea aplicării unei metode de exploatare eficiente comportă un studiu atent.

Scurta documentare prezentată din literatura de specialitate arată că în lume există zăcăminte care ridică probleme dificile de exploatare, similare celor de la Șuior, și pentru care s-au găsit soluții cu rezultate tehnico-economice acceptabile și chiar mai eficiente decît cele obținute prin metode clasice.

Evoluția metodelor de exploatare practicate pînă în prezent la partea superioară a zăcămîntului de la Șuior reprezintă, de asemenea, o experiență valoroasă din care se pot alege elemente care să contribuie la elaborarea unor metode îmbunătățite pentru porțiunea de zăcămînt de sub nivelul cotei +590 m.

Considerăm că pentru aprofundarea cunoștințelor privind mecanica rocilor, ceea ce ar aduce ușurință în precizarea metodelor noi de exploatare, încercările in situ ar furniza date prețioase pentru cunoașterea gradului de stabilitate a masivului de roci deranjat prin lucrări miniere, servind la optimizarea metodelor de exploatare.

Concluzii

Din datele prezentate, la nivelul de cunoaștere actuală a zăcămîntului Șuior, ca și a stadiului în care se află exploatarea acestui zăcămînt, se pot trage următoarele concluzii.

- Rocile din culcuș și acoperiș manifestă tendințe de alterare și slăbire a rezistenței lor.
- Gradul de fisurare accentuat și nepreferențial favorizează desprinderi și surpări importante.
- Pentru partea din zăcămînt aflată sub cota 590 m, condițiile geologice vor fi mai dificile decît cele întîlnite deasupra acestui nivel, situație care trebuie avută în vedere la aplicarea unor metode de exploatare mai eficiente.
- Utilizarea metodelor de exploatare cu goluri mari, avînd pereți înalți și deschideri mari la tavan, este discutabilă.
- Cunoașterea evoluției în profunzimea masivului de roci a tensiunilor la care acesta este supus este necesară și în acest scop măsurările in situ (ex. presiometrie) pot da elemente prețioase pentru elaborarea unei metode de exploatare eficiente.
- Cu toate dezavantajele pe care le are metoda de exploatare în felii cu sens ascendent, aplicarea acesteia cu rambleu întărit asigură stabilitatea necesară pentru desfășurarea de abataje cu securitate normală de lucru, în care extracția minereului să se facă cu diluții și pierderi minime.
- Actuala metodă în felii, cu rambleu parțial întărit, poate fi simțitor îmbunătățită, printr-o mecanizare intensivă a operațiilor, cu atingerea unei viteze de avansare pe verticală a abatajelor care să conducă la producții mult sporite.
- Lărgirea schimbului de experiență cu exploatări miniere similare din străinătate va permite perfecționarea și promovarea unor noi variante de metode cu rambleu consolidat cu parametri de exploatare superiori și eficiență mărită.

Bibliografie

[1] Almășan, B., Cosma, R., Georgescu, D. *Studiul de sinteză privind nivelul actual al exploatării și preparării minereurilor neferoase în bazinul Baia Mare și recomandări pentru orientarea în viitor.* Universitatea din București, Biroul de expertiză și consulting, 1981.

[2] Almășan, B. ș.a. *Studiul condițiilor geologo-miniere ale zăcămîntului Șuior sub cota +590 m.* Universitatea din București, Biroul de expertiză și consulting, 1982.

[3] Almășan, B. *Exploatarea și valorificarea zăcămintelor de substanțe minerale utile solide.* Ed. didactică și pedagogică, București, 1982.

[4] Barton, N. *The shear strength of rock and rock joints.* Norges Geotekniske Inst., 119, Oslo, 1978.

[5] Barnes, H. L. *Geochemistry of hydrothermal ore deposits.* Holt. Inc., New York, 1967.

[6] Borcoș, M. ș.a. *Considerații privind activitatea metalogenetică asociată andezitelor piroxenice ponțiene din Munții Gutii (zăcămintele Herja, Baia Sprie și Șuior).* I.G.G., St. tehn. econ., ser. I, 9, București, 1973.

[7] Calangiu, V., Chițimuș, V., Benciu, I. *Studiul hidrogeologic al perimetrului minier Șuior.* Arh. I.P.G.G., București, 1981.

[8] Fărcășiu, Gh. *Metoda de exploatare combinată pentru exploatarea zăcămintelor de grosime medie și mare cu stabilitate redusă (tip Șuior).* Arh. C. M. Baia Mare, 1982.

[9] Károly, Z., Popescu Doina. *Raport geologic cu calculul rezervelor de minereu, zăcămîntul Șuior-Cremenea.* Arh. E. M. Șuior, 1979.

[10] Kartașov, Iu. M. et al. *Procinosti i deformiruemosti gornih porod.* Moskva, Nedra, 1979.

[11] Király, St., Geng, St. *Studiu de sinteză asupra regimului de ape al minei Șuior.* Arh. E. M. Șuior, 1980.

[12] Kravcenko, V. P. et al. *Primerenie tverdeiușcei zakladki pri razrabotke rudnih mestorojdenii.* Moskva, Nedra, 1974.

[13] Măldărescu, I. *Studiul mineralogic și geochimic al mineralizațiilor de la Șuior.* Teză de doctorat, Univ. din București, 1970.

[14] Măldărescu, I., Popescu, Gh. *Controlul fizic și structural al formării zăcămintelor hidrotermale din partea estică a districtului metalogenetic Baia Mare.* St. cerc. seria geol., T 26, nr. 2, București, 1981.

[15] Popov, G. *The working of mineral deposits,* MIR Publ., Moskow, 1971.

[16] Roberts, A. *Geotechnology.* Pergamon Press, Oxford, 1977.

[17] Stepin, A. A. et al. *Vnedrenie sistemih razrabotki gorizontalnimi s zakladkoi i ispolizovaniem samohotnogo oborudovanie na Zodskom rudnike.* Gornîi Jurnal, nr. 10, 1982.

[18] Volkov, I. V. et al. *Soverșenstvovanie etajnokamernoi sistemi razrabotki s tverdeiușcei zakladnoi na Gaiskom rudnike.* Gornîi Jurnal, nr. 9, 1980.

[19] * * * *Studiu geotehnic pe modele pentru determinarea influenței spațiului exploatat asupra rocilor înconjurătoare, modul de comportare în timp a rambleului de beton și elemente de dimensionare a camerelor și stîlpilor la exploatarea zăcămîntului Șuior, între cotele + 750 și + 800 m.* Arh. I.C.I.T.P.L.C.I.M. Deva, 1981 – 1982.

[20] * * * *Albumul metodelor de exploatare subterană pentru zăcămintele de minereuri feroase, neferoase, nemetalifere și sare* I.C.P.M.N., Baia Mare, 1982.

Vehicularea fluidelor la sondele pentru exploatarea clorurii de sodiu prin dizolvare

Conf. dr. ing. **G. Iordache**
Institutul de petrol şi gaze Ploieşti

I. Generalităţi

Exploatarea clorurii de sodiu prin găuri de sondă, prin dizolvare, contribuie practic la întregirea rezervelor de materii prime necesare industriei chimice şi nu numai acesteia. Principial, metoda presupune cunoaşterea prealabilă a distribuţiei spaţiale a masivului salifer; pentru detalii se folosesc toate procedeele de investigare, inclusiv carotajul mecanic şi în acest caz, ulterior, găurile de sondă pot fi folosite pentru extracţie [1].

Construcţia şi realizarea găurilor de sondă au cîteva elemente specifice. Frecvent, prima coloană *1*, de ancoraj, se tubează astfel încît şiul acesteia să intre în acoperişul stratului salifer pe o lungime de 5 ...15 m (fig. 1); la forarea găurii de sondă pentru această coloană, noroiul se sărează la saturaţie (cu 300... ...310 g/l) astfel încît maximul viscozităţii acestuia să apară la suprafaţă, în habele de preparare; pentru condiţionare se adaugă antifiltranţi şi reducători de viscozitate din categoria celor care nu ridică probleme deosebite în mediul salin; se tubează coloana de ancoraj (cu diametrul de $12^3/_4$... $14^3/_4$ in), şi se cimentează pe toată lungimea, cu o pastă de ciment aditivată. Pentru realizarea unui inel din ciment

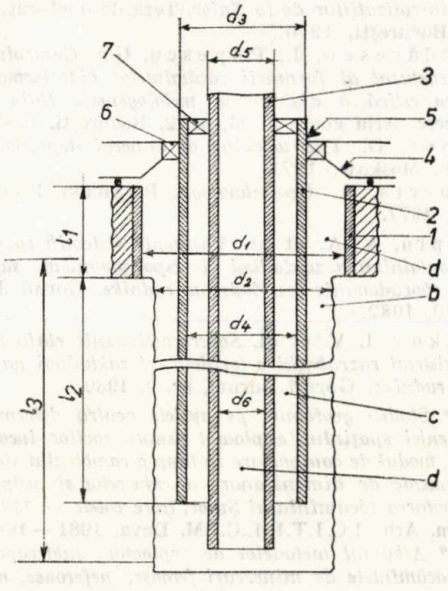


Fig. 1. Construcţia sondei, schemă generală.

cu grosime uniformă şi etanş la cele două elemente (gaura de sondă şi coloana tubată), se va urmări realizarea unui foraj vertical, iar pe coloană, cel puţin în dreptul stratului salifer, se vor monta centrori (cîte unul sau chiar doi pe bucată). După priză, se verifică etanşeitatea coloanei şi a inelului din ciment în două etape distincte: cu cimentul pînă la inelul de reţinere, precum şi după frezarea dopului şi ieşirea sub şiu. În cazul că se constată scăderi ale presiunii de probă, se detectează locul şi se reface etanşeitatea cu cimentări sub presiune [2].

Se continuă forarea găurii de sondă pînă cînd talpa acesteia intră cu 10...20 m în sterilul din culcuşul stratului salifer; în tot timpul lucrului se va urmări verticalitatea, în continuare, a găurii de sondă, motiv pentru care se va face echiparea corespunzătoare a părţii inferioare a garniturii de foraj şi se vor adapta la această cerinţă parametrii regimului de foraj, urmărindu-se mai puţin performanţe deosebite din punctul de vedere al vitezelor mecanice, cît, în mod deosebit, unghiurile azimutale şi zenitale.

Se tubează coloanele mobile *2* şi *3* cu diametrele de $8^5/_8$... $9^5/_8$, respectiv $4^1/_2$ ... $5^1/_2$ in, astfel încît şiul coloanei exterioare să se afle mai sus decît al celei interioare (distanţa dintre acestea se ia, de regulă, egală cu lungimea unei bucăţi, adică 8...9 m dar valoarea menţionată se poate modifica în funcţie de condiţiile concrete [1]); se fac etanşările *6* şi *7* şi se introduce motorină (mai rar aer) prin conducta *4* în spaţiile inelare *a* şi *b*, corespunzătoare coloanei exterioare.

Pentru dizolvarea propriu-zisă, se introduce apă dulce prin conducta *5*; aceasta iese pe la şiul coloanei exterioare, dizolvă sarea şi o aduce sub această formă la suprafaţă prin interiorul coloanei interioare. Din momentul amorsării operaţiei de dizolvare, motorina din spaţiile inelare *a* şi *b* joacă rolul de strat izolator al acoperişului excavaţiei care se formează, şi aceasta datorită greutăţii specifice mai mici decît a apei din excavaţie; pe măsura măririi camerei de dizolvare şi acoperirii acesteia cu motorină, prin conducta *4* trebuie făcută completarea astfel încît coloana de motorină să fie permanentă şi continuă pe lungimile l_1 şi l_2. Cînd camera de dizolvare ajunge la un diametru apropiat de cel al masivului salifer, procesul se întrerupe, se desfac etanşările, motorina este expulzată, pînă la echilibrarea presiunilor, la suprafaţă, şi se efectuează retragerea la o treaptă superioară de dizolvare, prin extragerea cîte unei bucăţi de burlan din cele două coloane.

Manevra coloanei interioare se face cu sistemul de manevră al instalației, iar a celei exterioare cu un sistem adaptat, montat pe nivelul mesei rotative (multe elemente constructive, precum și tehnologiile aferente au ca autori specialiști din R. S. România [2; 3]).

În cazul în care concentrația în sare a apei sărate este sub limita prescrisă de beneficiar (uzina clorosodică), aceasta se va recircula; în funcție de caracteristicile zăcămîntului salifer, pentru exploatare pot fi folosite și alte metode (prin f i s u r a r e, prin b a t e r i e, în c u l o a r) dar principiul de bază nu se modifică substanțial [1].

Sînt situații cînd timpul de exploatare la un nivel este foarte mare — cîteva luni; dacă în aceste condiții au loc pierderi de motorină (în coloana de ancoraj sau în spațiul *b*), rentabilitatea exploatării scade datorită costului motorinei socotit mai ales în actualele împrejurări. În aceste condiții este obligatorie urmărirea permanentă a volumului și presiunii la agregatul de pompare, operație care se face prin construirea anticipată a graficului p (presiune) — V (volum) (fig. 2), atît la pomparea motorinei, cît și a apei dulci.

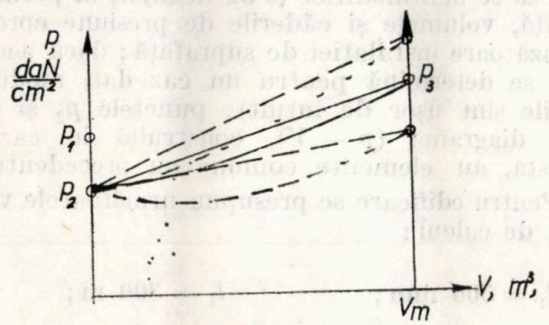


Fig. 2. Diagrama $p-V$.

II. Pomparea și vehicularea motorinei

Volumul inițial de motorină

$$V_m = V_a + V_b = \frac{\pi}{4}(d_1^2 - d_3^2)l_1 + (d_2^2 - d_3^2)l_2, \tag{1}$$

în care:

V_a, V_b reprezintă volumul de motorină corespunzător spațiilor inelare a și b (fig. 1);

d_1, d_2, d_3, l_1 și l_2 rezultă din figura 1.

În măsura dizolvării, o parte din motorină se distribuie pe acoperișul excavației, iar alta ajunge la suprafață, concomitent cu apa sărată (aceasta trebuie separată și reintrodusă în circuit); după ce camera de dizolvare ajunge la un diametru antecalculat, într-o sondă la care nu există pierderi, completarea cu motorină trebuie făcută numai în funcție de cantitatea antrenată spre suprafață prin circulație; pentru un diametru al camerei de dizolvare d_7 și pentru o grosime a stratului de motorină h_m, volumul V_m se va completa cu

$$V_{m_1} = \frac{\pi}{4}(d_7^2 - d_2^2)\, h_m, \tag{2}$$

la care se adaugă în permanență volumul ΔV_{m_2} antrenat în circuit ascendent și determinat prin măsurători la suprafață.

Pentru stabilirea presiunii de pompare se presupune cunoscut debitul Q cu care se face vehicularea și, în aceste condiții, vitezele lichidului în spațiile $a \ldots d$ vor fi:

$$v_a = \frac{4Q}{\pi(d_1^2 - d_3^2)}, \quad v_b = \frac{4Q}{\pi(d_2^2 - d_3^2)},$$
$$v_c = \frac{4Q}{\pi(d_4^2 - d_5^2)}, \quad v_d = \frac{4Q}{\pi d_6^2}. \tag{3}$$

Dacă în gaura de sondă se află un lichid care face structură (binghamian), presiunea de refulare la pornirea circulației

$$p_1 = p_\theta + p_c, \tag{4}$$

în care:

p_θ reprezintă presiunea necesară învingerii rezistenței de gel;

p_c — căderea de presiune în sistemul de circulație: conform notațiilor convenționale,

$$p_\theta = 4\theta\left(\frac{l_1}{d_1 - d_3} + \frac{l_2}{d_2 - d_3} + \frac{l_1 + l_2}{d_6}\right). \tag{5}$$

Pentru stabilirea valorii p_c se determină regimul de curgere [2]: pentru regim de curgere laminar,

$$p_c = 4\tau_0\left(\frac{l_1}{d_1 - d_3} + \frac{l_2}{d_2 - d_3} + \frac{l_1 + l_2}{d_6}\right) + 32\,\eta_p\left[\frac{l_1 v_a}{(d_1 - d_3)^2} + \frac{l_2 v_b}{(d_2 - d_3)^2} + \frac{(l_1 + l_2)v_d}{d_6^2}\right]. \tag{6}$$

Pentru regim turbulent de curgere,

$$p_c = \frac{\lambda\gamma}{2g}\left[\frac{l_1 v_a^2}{d_1 - d_3} + \frac{l_2 v_b^2}{d_2 - d_3} + \frac{(l_1 + l_2)\, v_d^2}{d^6}\right]. \tag{7}$$

În relațiile (5) ... (7), θ, τ_0, η_p și γ reprezintă tensiunea statică, respectiv dinamică de forfecare, viscozitatea plastică și greutatea

specifică a fluidului vehiculat, iar caracteristicile dimensionale rezultă din figura 1.

După învingerea rezistenței de gel, presiunea de refulare scade de la p_1 la p_2 iar

$$p_2 = p_c. \tag{8}$$

Dacă trebuie comparată presiunea din gaura de sondă cu presiunea formațiunii geologice (masivului salifer), atunci relațiile (4) și (8) devin

$$p'_1 = p'_\theta + p'_c + p_h, \tag{4'}$$

respectiv,

$$p'_2 = p'_c + p_h, \tag{8'}$$

în care p_h reprezintă presiunea coloanei hidrostatice de fluid, iar p'_θ și p'_c se calculează numai pentru spațiul inelar al coloanei exterioare.

Din momentul în care motorina pătrunde în spațiul inelar, presiunea la agregatul de pompare trebuie să marcheze o creștere, ușor sesizabilă, datorită apariției presiunii diferențiale

$$p_{dif} = (\gamma - \gamma_m)(l_1 + l_2), \tag{9}$$

în care γ_m reprezintă greutatea specifică a motorinei, iar

$$p_3 = p_{dif} + p''_c,$$

în care acum valoarea p''_c se calculează pentru motorină dar pentru aceleași condiții geometrice.

În cazul cînd în sondă se află un lichid newtonian, grupurile de relații (4) ... (8) se adaptează pentru $\theta = 0$, $\tau_0 = 0$ și $\eta_p = \eta$, în care η reprezintă viscozitatea dinamică a lichidului.

III. Pomparea și vehicularea apei dulci și a apei sărate

Graficul presiune-volum pentru această etapă trebuie construit separat : se observă că pentru început, volumul de apă dulce

$$V_{ad} = \frac{\pi}{4}(d_4^2 - d_5^2)(l_1 + l_2); \tag{11}$$

pentru stabilirea presiunii se acceptă același raționament și deci

$$p_1 = p_\theta + p_c,$$

$$p_\theta = 4\theta\left(\frac{l_1 + l_2}{d_4 - d_5} + \frac{l_1 + l_2}{d_6}\right). \tag{12}$$

iar

$$p_c = 32\,\eta_p\left[\frac{(l_1 + l_2)\,v_c}{(d_4 - d_5)^2} + \frac{(l_1 + l_2)\,v_d}{d_6^2}\right], \tag{13}$$

sau

$$p_c = \frac{\lambda\gamma}{2g}\left[\frac{(l_1 + l_2)\,v_c^2}{d_4 - d_5} + \frac{(l_1 + l_2)\,v_d^2}{d_6}\right], \tag{14}$$

relații care se simplifică mult dacă lichidul vehiculat este newtonian.

Dacă la pompare, pentru același debit apar regimuri diferite de curgere, este obligatoriu ca relațiile de bază să se modifice în mod corespunzător; uneori, pentru rapiditate, fără a se mai stabili regimul de curgere, se acceptă $\lambda = 0{,}02$ și se folosesc relațiile (7), respectiv (14) adaptate noilor condiții.

După umplerea cu apă dulce a spațiului c, apare o presiune diferențială între acesta și interiorul coloanei interioare (spațiul d) care se va modifica, în timp, pînă la înlocuirea noroiului cu apă sărată; practic, din acest moment, această presiune diferențială nu ar trebui să se mai modifice (s-au neglijat, în permanență, volumele și căderile de presiune corespunzătoare instalației de suprafață; dacă acestea se determină pentru un caz dat, modificările sînt ușor de intuit); punctele p_2 și p_3 din diagrama $(p - V)$, construită în cazul acesta, au elemente comune cu precedentul.

Pentru edificare se presupun următoarele valori de calcul :

$d_1 = 300$ mm; $\quad l_1 = 300$ m;

$d_2 = 280$ mm; $\quad l_2 = 700$ m;

$d_3 = 220$ mm; $\quad l_3 = 730$ m;

$d_4 = 200$ mm;

$d_5 = 140$ mm;

$d_6 = 120$ mm;

$\gamma = 1{,}4$ daN/dm^3 (se acceptă, ca și în alte cazuri, $g \simeq 10$ m/s^2, 1 kgf $= 10$ N $= 1$ daN);

$\theta = 80$ mg f/cm^2 $= 80 \cdot 10^{-6}$ daN/cm^2;

$\tau_0 = 100$ mg f/cm^2 $= 100 \cdot 10^{-6}$ daN/cm^2;

$\gamma_m = 0{,}85$ daN/dm^3;

$Q = 30$ dm^3/s.

Volumul de motorină

$$V_m = \frac{3{,}14}{4}(0{,}30^2 - 0{,}22^2)\,300 + (0{,}28^2 - 0{,}22^2)\,1000 = 33{,}3468 \text{ m}^3.$$

Vitezele lichidului în cele patru spaţii de vehiculare:

$$v_a = \frac{4 \cdot 30 \cdot 10^3}{3{,}14(30^2 - 22^2)} = 91{,}88 \text{ cm/s};$$

$$v_b = \frac{4 \cdot 30 \cdot 10^3}{3{,}14(28^2 - 22^2)} = 127{,}388 \text{ cm/s};$$

$$v_c = \frac{4 \cdot 30 \cdot 10^3}{3{,}14(20^2 - 14^2)} = 187{,}33 \text{ cm/s};$$

$$v_d = \frac{4 \cdot 30 \cdot 10^3}{3{,}14 \cdot 12^2} = 265{,}39 \text{ cm/s}.$$

Presiunea necesară învingerii rezistenţei de gel la pomparea motorinei,

$$p_0 = 4 \cdot 80 \cdot 10^{-6}\left[\frac{300 \cdot 10^2}{30-22} + \frac{700 \cdot 10^2}{28-22} + \frac{(300+700)10^2}{12}\right] = 31{,}598 \text{ daN/cm}^2.$$

Se admite existenţa regimului turbulent de curgere şi, deci, conform relaţiei (7),

$$p_c = \frac{0{,}02 \cdot 1{,}4 \cdot 10^{-3}}{2 \cdot 1000}\left[\frac{300 \cdot 10^2 \cdot 91{,}88^2}{30-22} + \frac{700 \cdot 10^2 \cdot 127{,}288^2}{28-22} + \frac{(300+700)10^2 \cdot 265{,}39^2}{12}\right] = 11{,}309 \text{ daN/cm}^2.$$

Presiunea necesară pornirii circulaţiei (fig. 2),

$$p_1 = 31{,}598 + 11{,}309 = 42{,}907 \text{ daN/cm}^2;$$

după ruperea rezistenţei de gel,

$$p_2 = p_c = 11{,}309 \text{ daN/cm}^2$$

Din acest moment începe să apară presiunea diferenţială; aceasta este maximă în momentul umplerii cu motorină a spaţiilor inelare a şi b:

$$p_{dif} = \frac{(1{,}4 - 0{,}85)}{10}(300 + 700) = 55 \text{daN/cm}^2,$$

iar

$$p_c'' = \frac{0{,}02 \cdot 0{,}85 \cdot 10^{-3}}{2 \cdot 1\,000}\left(\frac{300 \cdot 10^2 \cdot 91{,}88^2}{30-22} + \frac{700 \cdot 10^2 \cdot 127{,}388^2}{28-22}\right) + \frac{0{,}02 \cdot 1{,}4 \cdot 10^{-3}}{2 \cdot 1000} \cdot \left[\frac{(300+700)\,10^2 \cdot 265{,}39^2}{12}\right] = 10{,}09 \text{ daN/cm}^2$$

În aceste condiţii

$$p_3 = 55 + 10{,}09 = 65{,}09 \text{ da/cm}^2.$$

Prin similitudine se întocmesc graficele pentru pomparea apei. Dacă acestea au fost corect construite, în timpul lucrului la sondă se va urmări identitatea valorilor folosite cu cele reprezentate; cînd variaţia $p_2 \ldots p_3$ (fig. 2), citită şi comparată cu cea de la un manometru montat pe refularea pompei este deasupra celei calculate (linia punctată), rezultă că pe traseul de refulare apar strangulări ale spaţiului de circulaţie — cel mai probabil, acestea pot fi provocate de surparea pereţilor excavaţiei şi prinderea tuburilor. Cînd însă variaţia menţionată este sub cea calculată, rezultă că o parte din lichidul vehiculat nu mai ajunge la suprafaţă şi că pe traseu apar pierderi; în ambele situaţii sînt obligatorii măsurile de remediere dar metoda presupune anticiparea acestora şi evitarea consecinţelor.

(Întocmit la 9 martie 1983)

Bibliografie

[1] Atudorei, A. ş.a. *Cercetarea, exploatarea şi valorificarea sării.* Ed. tehnică, Bucureşti, 1971.
[2] Iordache, G. *Foraje speciale.* Ed. tehnică, Bucureşti, 1977.
[3] Iordache, G. *Lucrări auxiliare în foraj-extracţie.* Ed. tehnică, Bucureşti, 1979.

Stabilitatea picioarelor tubulare verticale ale rezervoarelor sferice în condiții de seism

Prof. dr. ing. **A. Pavel**
Institutul de petrol și gaze Ploiești

Lucrarea prezentă se referă la cazul general al rezervoarelor sferice de 1 000 m³, pentru gaze lichefiate tehnice (GLT), cu rezemare discretă, simetrică sau nesimetrică, pe picioare tubulare verticale, la nivelul planului ecuatorial sau subecuatorial al mantalei sferice executate în construcție sudată din segmenți ambutisați. Referirile concrete și exemplificările vor privi, însă, cazul special al unor rezervoare sferice de 1 000 m³, pentru etilenă lichefiată, cu rezemare simetrică pe picioare tubulare verticale la nivelul planului ecuatorial al mantalei sferice realizate prin sudare din segmenți poliedrali mari ambutisați la cald. Caracteristicile constructiv-dimensionale, cele tehnice, precum și cele de calcul ale acestor din urmă rezervoare sînt prezentate — în conformitate cu [1] — în figura 1 și în tabelul 1. Mantaua și picioarele tubulare ale rezervoarelor respective sînt executate din table, respectiv benzi de oțel cu 9% Ni, ale căror principale caracteristici fizico-mecanice sînt indicate în tabelul 2.

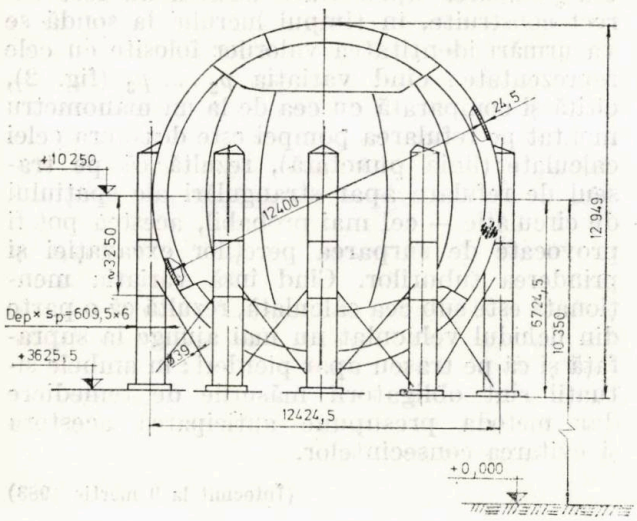


Fig. 1. Rezervorul sferic de 1 000 m³, pentru etilenă lichefiată, cu rezemare simetrică discretă, în planul ecuatorial al mantalei, pe picioare tubulare verticale.

Dimensionarea mantalei sferice s-a efectuat pentru un coeficient global de siguranță față de limita tehnică de curgere* $c_c = 2{,}20 > 1{,}50$ pentru condițiile de (lucru, regim) funcționare normală și $c_c = 1{,}20 < 1{,}25$ pentru condițiile încercării de presiune hidraulică la rece, considerîndu-se apoi grosimea de perete s_1 cea mai mare și adoptîndu-se, în final, grosimea nominală $s_1 = 24{,}5$ mm.

În conformitate cu cele consemnate în cartea recipientului, calculele de verificare, efectuate de către proiectant, au privit următoarele situații și alternative:

1. Funcționarea normală, în regim, pe timpul iernii, cînd:

a — pentru unul dintre picioarele tubulare a rezultat:

$$G_{1t} = \frac{G_{max} + G_Z}{n}; \tag{1}$$

$$V_{V\,max} = 0{,}233\, F_{V\,REZ}, \tag{2}$$

efortul unitar corespunzător, de compresiune longitudinală, fiind deci:

$$\sigma_{c\,max} = \frac{G_{1t} + V_{V\,max}}{\pi s_p (D_{ep} - s_p)}, \tag{3}$$

efectuîndu-se verificarea la flambaj la fel ca și în cazul clasic al barelor drepte încastrate rigid la un capăt (talpa piciorului) și articulate la celălalt capăt (planul ecuatorial al mantalei sferice); așadar, acțiunea seismică nu s-a luat în considerație, iar stabilitatea picioarelor tubulare ca atare nu s-a verificat (în mic, în mare, în domeniul elastic, în domeniul plastic) pentru condițiile simultaneității solicitărilor de încovoiere și compresiune axială;

b — pentru unul dintre tiranți a rezultat:

$$T_V = 1{,}37\, H_{V\,max}, \tag{4}$$

condiția de rezistență formulîndu-se astfel:

$$\sigma_{t\,max} = \frac{4T_V}{\pi d^2_{min}} \leqslant \frac{\sigma_c}{c_c} = \frac{\sigma_{0.2}}{2{,}2}, \tag{5}$$

din nou, deci, neluîndu-se în seamă acțiunile seismice.

2. Funcționarea normală, în regim, pe timp de iarnă, cînd:

a — pentru unul dintre picioarele tubulare a rezultat G_{1t} calculat cu formula (1), $V_{V\,max}$ calculat cu formula (2) și:

$$V_{S\,max} = 0{,}233\, F_{S\,REZ}, \tag{6}$$

* Acoperitor, s-a admis $\sigma_c = \sigma_{0,2} = 420$ N/mm².

Tabelul

Caracteristicile tehnice și de calcul ale rezervoarelor sferice de 1 000 m³, pentru etilenă lichefiată

Caracteristica și unitățile de măsură corespunzătoare		Simbolul și formula de calcul	Valoarea
1		2	3
Dimensiunile mantalei sferice, în mm	Diametrul interior tehnologic	$D_{it} = D_e - 2s_1$	12 400
	Diametrul exterior	$D_e = D_{it} + 2s_1$	12 449
	Grosimea totală a peretelui mantalei	$s_1 = 0{,}5\ (D_e - D_{it})$	24,5
	Grosimea de calcul (pentru rezistență și stabilitate) a peretelui mantalei	$s = s_1 - s_c$	23,5
Caracteristicile constructiv-dimensionale ale sistemului de rezemare	Tipul rezemării	Rezemare discretă, simetrică, pe picioare tubulare, la nivelul planului ecuatorial al mantalei sferice	
	Numărul picioarelor tubulare	n	8
	Diametrul exterior al tubulaturii picioarelor, în mm	D_{ep}	609,5
	Înălțimea de rezemare a picioarelor tubulare, în mm	h_p	6 724,5
	Grosimea totală a peretelui tubulaturii picioarelor, în mm	$s_{1p} = s_p$	6
	Tipul tubulaturii picioarelor	Țevi sudate elicoidal	—
	Diametrul nominal al tiranților (tendoanelor), în mm	d	39
	Numărul șuruburilor de fundație pentru un picior	n_s	2
Presiunea, în bar	De lucru	p	9
	De calcul	p_c	12
	De timbrare	p_t	12
	De încercare hidraulică la rece	p_{inch}	18
Temperatura, în °C	Normală (standard)	t_n	20
	De lucru	t	−53
	De calcul	t_c	−105
Adaosul de grosime pentru coroziune în cazul mantalei, în mm		$s_c = s_1 - s$	1
Coeficientul de rezistență al sudurilor		φ	0,85
Examinarea radiografică (X) a sudurilor		—	100%
Tratamentul termic după sudare		—	FĂRĂ
Condițiile climatice și seismice	Presiunea dinamică de bază a vîntului, în N/m²	q_V	700
	Încărcarea cu zăpadă, în N/m²	q_Z	1 000
	Sarcina rezultantă orizontală corespunzătoare acțiunilor seismice	$F_{S\,REZ} = 0{,}1\ G_t$	$G_t = G_{max} + G_Z$
Sistemul constructiv termo(crio)izolant	Tipul sistemului	Izolație rece din plută, pe strat de mastic bituminos, cu înveliș metalic de protecție anticlimatică	
	Grosimea sistemului, în mm	s_{IZ}	150
Sarcinile caracteristice (de calcul), în MN	Greutatea proprie a rezervorului gol	G_{REZ}	1,150
	Greutatea sistemului constructiv termo(crio)izolant	G_{IZ}	0,200
	Greutatea maximă a etilenei lichefiate încărcate în rezervor (corespunzătoare unui coeficient de umplere de 95% vol.)	G_{EL}	4,460
	Greutatea maximă a rezervorului în condiții de lucru (încărcat 95% — în vol. — cu etilenă lichefiată)	$G_{max} = G_{REZ} + G_{IZ} + G_{EL}$	5,810
	Greutatea corespunzătoare încărcării cu zăpadă	G_Z	0,030
	Sarcina rezultantă (orizontală) corespunzătoare acțiunii vîntului	$F_{V\,REZ}$	0,048
	Sarcina rezultantă (orizontală) corespunzătoare acțiunilor seismice	$F_{S\,REZ}$	0,584
	Greutatea maximă a apei încărcate în rezervor pentru încercarea de presiune hidraulică la rece	G_A	10,000
	Greutatea maximă a rezervorului în condițiile încercării de presiune hidraulică la rece	$G_{max\,H} = G_{REZ} + G_{IZ} + G_A$	11,350

(continuare tabelul 1)

1			2	3
Sarcinile din piciorul tubular în condiții de lucru, în kN	Verticale (V)	Din greutatea maximă a rezervorului*	$G_{1t} = \frac{G_t}{n} = \frac{G_{max} + G_Z}{n}$	730,0
		Din acțiuni eoliene (V_V)	$V_{V\,max} = 0{,}233\ F_{V\,REZ}$	11,2
		Din acțiuni seismice (V_S)	$V_{S\,max} = 0{,}233\ F_{S\,REZ}$	136,1
	Orizontale (H)	Din acțiuni eoliene (H_V)	$H_{V\,max} = 0{,}25\ F_{V\,REZ}$	12,0
		Din acțiuni seismice (H_S)	$H_{S\,max} = 0{,}25\ F_{S\,REZ}$	146,0
Sarcinile din piciorul tubular în condițiile încercării de presiune hidraulică la rece, în kN	Verticale	Din greutatea maximă a rezervorului **	$G_{1H} = \frac{G_A + G_{REZ} + G_{IZ}}{n}$	1418,8
		Din acțiuni eoliene	$V_{VH} = 0{,}5\ V_{V\,max}$	5,6
		Din acțiuni seismice	Nu se iau în considerație	
	Orizontale	Din acțiuni eoliene	$H_{VH} = 0{,}5\ H_{V\,max}$	6,0
		Din acțiuni seismice	Nu se iau în considerație	
Sarcina din tirant *** (tendon), în kN	Din acțiuni eoliene		$T_V = 1{,}37\ H_{V\,max}$	16,4
	Din acțiuni seismice		$T_S = 1{,}37\ H_{S\,max}$	200,0

* Se include și greutatea G_Z, considerîndu-se funcționarea (cea mai defavorabilă) pe timpul iernii.

** Nu se include greutatea G_Z, deoarece încercarea pe presiune hidraulică nu se execută în condițiile climatice corespunzătoare iernii.

*** Panta tendoanelor (tiranților) este de 43°.

efortul unitar de compresiune, corespunzător de această dată, calculat în mod ponderat, fiind:

$$\sigma_{c\,max} = \frac{1}{\pi s_p (D_{ep} - s_p)} \left(\frac{4}{3} G_{1t} + \frac{17}{12} V_{V\,max} + 1{,}2\ V_{S\,max} \right), \quad (7)$$

în care* $4/3 = 1{,}333$ este coeficientul de ponderare pentru sarcinile permanente, $17/12 = 1{,}417$ este coeficientul de ponderare pentru sarcinile accidentale (acțiunea vîntului), iar 1,2 reprezintă coeficientul de ponderare pentru sarcinile extraordinare (acțiunile seismice), efectuîndu-se o simplă verificare la flambaj la fel ca în situația anterioară (cînd s-a neglijat acțiunea seismică); așadar, acum s-a luat în considerație acțiunea seismică, însă picioarele tubulare de asemenea nu s-au verificat la stabilitate (elastică și/ /sau plastică) ca atare (în mic și/sau în mare) pentru condițiile simultaneității solicitărilor de încovoiere și compresiune longitudinală;

b — pentru unul dintre tiranți a rezultat T_V calculat cu formula (4) și:

$$T_S = 1{,}37\ H_{S\,max}, \quad (8)$$

condiția de rezistență formulîndu-se astfel:

$$\sigma_{t\,max} = \frac{4}{\pi d_{min}^2} \left(\frac{17}{12} T_V + 1{,}2\ T_S \right) < \sigma_c = \sigma_{0,2}, \quad (9)$$

de această dată, deci, considerîndu-se acțiunile seismice de o anumită intensitate [pentru care $F_{S\,REZ} = 0{,}1\ G_t = 0{,}1\ (G_{max} + G_Z)$].

3. Încercarea de presiune hidraulică la rece, în sezonul cald, cînd:

a — pentru unul dintre picioarele tubulare a rezultat:

$$G_{1H} = \frac{G_A + G_{REZ} + G_{IZ}}{n}; \quad (10)$$

$$V_{VH} = 0{,}5\ V_{V\,max}, \quad (11)$$

efortul unitar de compresiune fiind deci:

$$\sigma_{c\,max} = \frac{G_{1H} + V_{VH}}{\pi s_p (D_{ep} - s_p)}, \quad (12)$$

efectuîndu-se numai o verificare la flambaj la fel ca în situația 1, a;

b — pentru tiranți nu au mai fost necesare verificări suplimentare, deoarece:

$$T_{VH} = 1{,}37\ H_{VH} = 0{,}685\ H_{V\,max} < T_V. \quad (13)$$

În urma seismului din 4 martie 1977, sistemul de rezemare al rezervoarelor în discuție a prezentat — printre altele — următoarele avarii:

- îndoirea șuruburilor de fundație la nivelul tălpii picioarelor tubulare și chiar ruperea aces-

* Conform documentelor normative franceze.

Tabelul 2

Caracteristicile fizico-mecanice ale oţelului cu 9% Ni de tip ASTMA–353 sau de tip ACIER 9D6

Caracteristicile fizico-mecanice şi unităţile de măsură corespunzătoare		Simbolul	Valoarea
Rezistenţa de rupere, în N/mm²		σ_r, R_r	min. 700*
Limita tehnică de curgere, în N/mm²		$\sigma_c = \sigma_{0,2}$, $R_{p0,2}$	min. 527*
Lungirea specifică la rupere, în %		δ_5	min. 20*
Rezilienţa, în J/cm², la temperatura de –196°C	Media minimă pe trei epruvete	*KCV*	43,2
	Minima pe o singură epruvetă		34,5
Rezilienţa, în J/cm², la temperatura de –105° C, transversal	Media minimă pe trei epruvete	*KCV*	35,0
	Minima pe o singură epruvetă		30,0

* La temperatura standard normală ($t_n = +20°C$).
Notă. Compoziţia chimică standard a oţelului cu 9% Ni de tip ASTM A–353 este următoarea: C ≤ 0,13%; Mn ≤ 0,90%; Si = 0,15...0,30%; P ≤ 0,035%; S ≤ 0,040%; Ni = 8,5...9,5%.

tora (în cazul piciorului cu nr. 8 în figura 2) la unul dintre rezervoare, care era încărcat la capacitatea sa maximă, concomitent cu afectarea unor deplasări de 40...80 mm ale tălpii picioarelor respective pe fundaţie, orientate pe direcţia principală, preponderentă, a cutremurului;

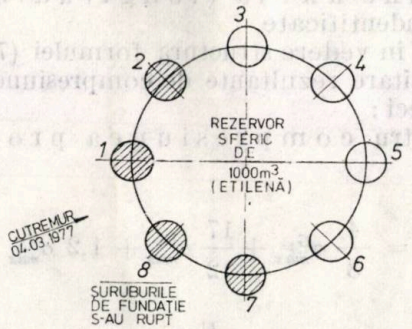


Fig. 2. Orientarea convenţională a picioarelor tubulare ale rezervoarelor sferice exemplificate (tab. 1) faţă de direcţia principală, preponderentă, a seismului din 4 martie 1977.
Observaţie. Picioarele haşurate şi-au pierdut stabilitatea.

- lungirea plastică sau ruperea tiranţilor solicitaţi la întindere, respectiv flambarea, deformarea sau ruperea prin îngenunchere a tiranţilor solicitaţi la compresiune;
- pierderea stabilităţii (după toate aparenţele, plastice!) în mare la patru dintre picioarele tubulare ale rezervorului care a fost surprins — de către seism — încărcat la capacitatea sa maximă, picioarele respective fiind dispuse — faţă de direcţia principală, preponderentă, a cutremurului — aşa cum se indică haşurat în figura 2; forma după care s-a produs pierderea de stabilitate, dimensiunile corespunzătoare şi zona de amplasare a acesteia sînt indicate în figurile 3 şi 4 pentru picioarele cu nr. 1, 2 şi 7 în figura 2; în cazul piciorului cu nr. 8 (fig. 2), ale cărui şuruburi de fundaţie s-au rupt în timpul seismului, pierderea de stabilitate în mare a survenit de asemenea, însă burdușirea (guşa) respectivă a fost mai puţin pronunţată.

În vederea sporirii fiabilităţii rezervoarelor sferice şi a evitării pe viitor a manifestării unor astfel de efecte, pe cît de nedorite şi incomode pe atît de primejdioase, în cele ce urmează se prezintă — într-o formă generală — o metodă pentru verificarea la stabilitate a picioarelor

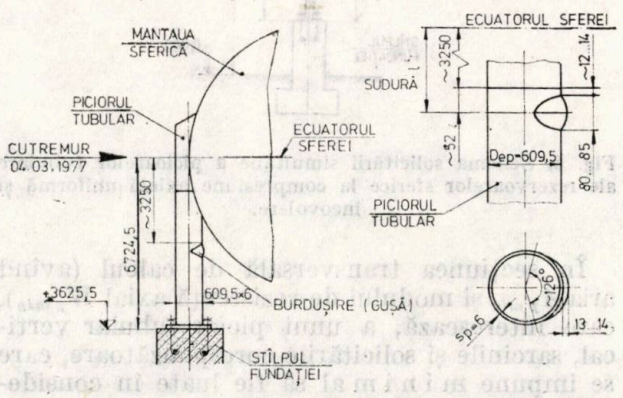


Fig. 3. Forma după care s-a produs pierderea de stabilitate (în mare) a picioarelor tubulare ale unuia dintre rezervoarele sferice exemplificate.

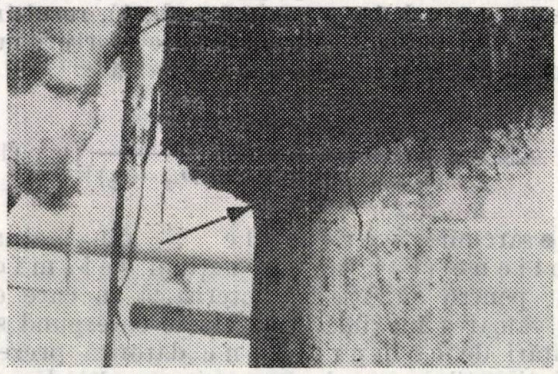


Fig. 4. Burdușirea (guşa) unuia dintre picioarele tubulare ale rezervorului sferic.

tubulare verticale ale rezervoarelor respective în alternativa simultaneităţii solicitării acestora la compresiune axială uniformă şi încovoiere (fig. 5).

După cum se cunoaşte [2–7 etc.], pentru sistemele tehnice, respectiv structurile de tip înveliş (manta), înveliş cilindric (manta cilindrică, tubulatură), înveliş sferic (manta sferică) sau recipient în general, supuse acţiunii unor sarcini cu efecte de compresiune, forma generală a condiţiei de stabilitate este următoarea:

$$P_{max} \leqslant \frac{P_{sup}}{c_{sup}} < P_{inf}, \qquad (14)$$

respectiv :

$$P_{max} \leqslant \frac{P_{sup}}{c_{sup}} \leqslant \frac{P_{inf}}{c_{inf}} < P_{inf}. \qquad (15)$$

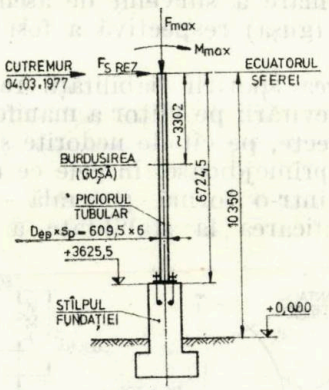


Fig. 5. Schema solicitării simultane a picioarelor tubulare ale rezervoarelor sferice la compresiune axială uniformă şi încovoiere.

În secţiunea transversală de calcul (avînd aria $A_{p\,min}$ şi modulul de rezistenţă axial $W_{p\,min}$), care interesează, a unui picior tubular vertical, sarcinile şi solicitările corespunzătoare, care se impune m i n i m a l să fie luate în consideraţie, sînt următoarele (fig. 5) :

● sarcinile g r a v i t a ţ i o n a l e G_1, respectiv greutatea totală G_{1t}, pentru situaţia în care acestea au valoarea maximă (tab. 1), rezultînd — în mod evident — următoarele eforturi unitare de c o m p r e s i u n e a x i a l ă :

$$\sigma_{max}^{G_1} = \frac{G_{1t}}{A_{p\,min}} = \frac{G_{1t}}{\min \cdot [\pi s_p (D_{ep} - s_p)]}; \qquad (16)$$

● sarcinile v e r t i c a l e V din acţiuni e o l i e n e (V_V) sau din acţiuni s e i s m i c e V_S, pentru situaţia caracteristică în care ele au valoarea maximă şi cărora le corespund solicitări de c o m p r e s i u n e datorită prezenţei tiranţilor care le transmit, rezultînd — de asemenea în mod evident — următoarele eforturi unitare de c o m p r e s i u n e a x i a l ă :

$$\sigma_{max}^{V_V} = \frac{V_V}{A_{p\,min}} = \frac{V_V}{\min \cdot [\pi s_p (D_{ep} - s_p)}, \qquad (17)$$

respectiv :

$$\sigma_{max}^{V_S} = \frac{V_S}{A_{p\,min}} = \frac{V_S}{\min \cdot [\pi s_p (D_{ep} - s_p)]} \qquad (18)$$

● sarcinile o r i z o n t a l e H din acţiuni e o l i e n e (H_V) sau din acţiunile s e i s m i c e (H_S), pentru situaţia reprezentativă în care ele au valoarea maximă şi cărora le corespund solicitările de î n c o v o i e r e cu momentele exterioare maxime M_V sau M_S, rezultînd — din nou în mod evident — următoarele eforturi unitare de c o m p r e s i u n e (din încovoiere) l o n g i t u d i n a l ă :

$$\sigma_{max}^{M_V} = \frac{M_V}{W_{p\,min}} = \frac{M_V}{\min \cdot \left\{ \frac{\pi}{32} \left[\frac{D_{ep}^4 - (D_{ep} - 2s_p)^4}{D_{ep}} \right] \right\}}, \qquad (19)$$

respectiv :

$$\sigma_{max}^{M_S} = \frac{M_S}{W_{p\,min}} = \frac{M_S}{\min \cdot \left\{ \frac{\pi}{32} \left[\frac{D_{ep}^4 - (D_{ep} - 2s_p)^4}{D_{ep}} \right] \right\}}; \qquad (20)$$

● sarcinile de c o n t u r datorite discontinuităţilor constructive (modificări de diametre sau/ /şi de grosimi de perete, suduri etc.) şi modificării formei geometrice a piciorului tubular sub acţiunea forţelor exterioare, cărora le corespund solicitările de î n c o v o i e r e cu momentele maxime M_C, rezultînd eforturile unitare de c o m p r e s i u n e (de asemenea d i n încovoiere) l o n g i t u d i n a l ă $\sigma_{max}^{M_C}$; aceste eforturi unitare pot fi evaluate în maniera redată într-una din lucrările [9—12 etc.];

● alte sarcini şi solicitări cu efecte de c o m p r e s i u n e a x i l ă (l o n g i t u d i n a l ă), încă neindentificate.

Avînd în vedere structura formulei (7), eforturile unitare rezultante de compresiune axiale vor fi deci :

— pentru c o m p r e s i u n e a p r o p r i u - z i s ă :

$$\sigma_{max} = \frac{4}{3} \sigma_{max}^{G_1} + \frac{17}{12} \sigma_{max}^{V_V} + 1{,}2\ \sigma_{max}^{V_S} = \frac{F_{max}}{\min \cdot [\pi s_p (D_{ep} - s_p)]}, \qquad (21)$$

în care (fig. 5) :

$$F_{max} = \frac{4}{3} G_{1t} + \frac{17}{12} V_V + 1{,}2\ V_S; \qquad (22)$$

— pentru c o m p r e s i u n e a d i n încovoiere :

$$\sigma_{1\,max} = \frac{17}{12} \sigma_{max}^{M_V} + 1{,}2\ \sigma_{max}^{M_S} + \frac{4}{3} \sigma_{max}^{M_C} = \frac{M_{max}}{\min \cdot \left\{ \frac{\pi}{32} \left[\frac{D_{ep}^4 - (D_{ep} - 2s_p)^4}{D_{ep}} \right] \right\}}, \qquad (23)$$

în care (fig. 5):

$$M_{max} = \frac{17}{12} M_V + 1{,}2\, M_S + \frac{4}{3} M_C. \qquad (24)$$

În baza condițiilor de stabilitate generale (14) și (15), rezultă cele două alternative prezentate sugestiv în figura 6, pentru care corespund, deci, următoarele condiții de stabilitate singulare:

a) $$\sigma_{max} \leqslant \sigma_s; \qquad (25)$$

b) $$\sigma_{1max} \leqslant \sigma_{1s}, \qquad (26)$$

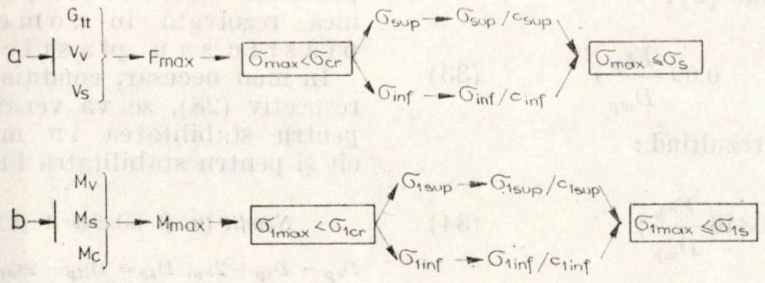


Fig. 6 Alternativele formulării condițiilor de stabilitate singulare:
a – compresiune axială propriu-zisă; *b* – compresiune axială din încovoiere.

punctele de funcționare respective M_c (compresiune axială propriu-zisă) și M_{1c} (compresiune axială din încovoiere) fiind indicate în figura 7, în care s-au ilustrat grafic condițiile de stabilitate (25) și (26).

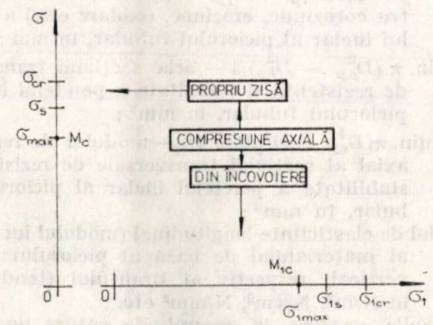


Fig. 7. Ilustrarea grafică a condițiilor de stabilitate singulare.

Avînd în vedere cele demonstrate în lucrările [2; 7; 12] cu privire la criteriile de stabilitate și reunind într-o singură diagramă condițiile de stabilitate singulare redate în figura 7, se obține diagrama generală de stabilitate pentru picioarele tubulare verticale ale rezervoarelor sferice (fig. 8), rezultînd imediat următoarea altă formă generală a condiției de stabilitate corespunzătoare:

$$\frac{\sigma_{max}}{\sigma_s} + \frac{\sigma_{1\,max}}{\sigma_{1s}} \leqslant 1. \qquad (27)$$

În general, de regulă [2; 7; 13], $\sigma_{cr} \leqslant \sigma_{1cr}$, deci $\sigma_s \leqslant \sigma_{1s}$ și, dacă se consideră cazul particular, acoperitor din punct de vedere practic, cînd $\sigma_{cr} = \sigma_{1cr}$, deci $\sigma_s = \sigma_{1s}$, atunci rezultă următoarea formă particulară a condiției de stabilitate (27):

$$\sigma_{ech} = \sigma_{max} + \sigma_{1\,max} \leqslant \sigma_s. \qquad (28)$$

Pentru evaluarea mărimilor critice în domeniul elastic, se recomandă să fie luate

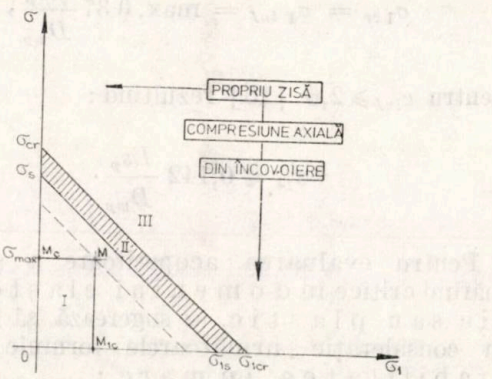


Fig. 8. Diagrama generală de stabilitate pentru picioare tubulare verticale ale rezervoarelor sferice.

I – domeniul de stabilitate totală propriu-zisă (domeniul de funcționare, domeniul de fiabilitate); II – domeniul de stabilitate (instabilitate) parțială (domeniul tranzitoriu, domeniul de incertitudine); III – domeniul de instabilitate totală (domeniul care trebuie evitat, indiferent de toate celelalte condiții); M – punctul de funcționare.

în considerație următoarele formule pentru stabilitatea în mic:

– formula lui Némec [14]:

$$\sigma_{cr} = \sigma_{sup} = \frac{Es_p}{D_{mp}}, \qquad (29)$$

pentru $c_{sup} \geqslant 5{,}0$ [15] rezultînd:

$$\sigma_s \leqslant 0{,}2\, \frac{Es_p}{D_{mp}}; \qquad (30)$$

— formula lui Turkin [16]:

$$\sigma_{1\,cr} = \sigma_{1\,sup} = 0{,}76\,\frac{Es_p}{D_{mp}}, \qquad (31)$$

pentru $c_{sup} \geq 5{,}0$ [15] rezultînd:

$$\sigma_{1s} \leq 0{,}152\,\frac{Es_p}{D_{mp}} \qquad (32)$$

și următoarele formule pentru stabilitatea în mare:

— formula lui Broude [2]:

$$\sigma_{cr} = \sigma_{inf} = 0{,}09\,\frac{Es_p}{D_{mp}}, \qquad (33)$$

pentru $c_{inf} \geq 2{,}6$ [15] rezultînd:

$$\sigma_s \leq 0{,}0346\,\frac{Es_p}{D_{mp}}; \qquad (34)$$

— formula normativului C.A.E.R. [17]:

$$\sigma_{1\,cr} = \sigma_{1\,inf} = \max.\ 0{,}37\,\frac{Es_p}{D_{mp}}, \qquad (35)$$

pentru $c_{inf} \geq 2{,}6$ [15] rezultînd:

$$\sigma_{1s} \leq 0{,}142\,\frac{Es_p}{D_{mp}}. \qquad (36)$$

Pentru evaluarea acoperitoare a acelorași mărimi critice în domeniul elastoplastic sau plastic, se sugerează să fie luate în considerație următoarele formule pentru stabilitatea în mare:

— formula empirică a lui Donnell [18], care se recomandă să fie utilizată preferențial:

$$\sigma_{cr} = \sigma_{inf} = \frac{0{,}6 - 10^{-7}\cdot(D_{mp}/2s_p)^2}{1 + 0{,}004\cdot(E/\sigma_{0.2})}\,E\,\frac{2s_p}{D_{mp}}, \qquad (37)$$

pentru $c_{inf} \geq 2{,}6$ [15] rezultînd:

$$\sigma_s \leq 0{,}769\cdot\frac{0{,}6 - 10^{-7}\cdot(D_{mp}/2s_p)^2}{1 + 0{,}004\cdot(E/\sigma_{0.2})}\,E\,\frac{s_p}{D_{mp}}; \qquad (38)$$

— formula atribuită sovieticilor Grigoliuk [19] — Bojinski [20] — Volmir [2], care se recomandă să fie utilizată cu circumspecție:

$$\sigma_{cr} = \sigma_{inf} = 0{,}54\,\frac{Es_p}{D_{mp}}, \qquad (39)$$

pentru $c_{inf} \geq 2{,}6$ [15] rezultînd:

$$\sigma_s = 0{,}208\,\frac{Es_p}{D_{mp}}; \qquad (40)$$

— formula atribuită cuplului Donnell [18] — Kappus [21] — Lundquist [22]:

$$\sigma_{1\,cr} = \sigma_{1\,inf} = 1{,}3\ \sigma_{inf}, \qquad (41)$$

rezultînd:

$$\sigma_{1s} \leq 1{,}3\ \sigma_s, \qquad (42)$$

problema stabilității în mic nefiind încă rezolvată în domeniul elastoplastic sau plastic.

În mod necesar, condiția de stabilitate (27), respectiv (28), se va verifica separat, atît pentru stabilitatea în mare (indice *inf*), cît și pentru stabilitatea în mic (indice *sup*).

Notații (v. și tabelele 1 și 2)

$D_{ep} = D_{ip} + 2s_p$, $D_{ip} = D_{itp} + 2s_{ap}$, $D_{mp} = 0{,}5(D_{ep} + D_{ip})$ reprezintă diametrele exterior, interior și mediu ale secțiunii transversale de rezistență a picioarelor tubulare verticale ale rezervoarelor sferice, în mm;

D_{itp} — diametrul interior tehnologic al piciorului tubular, în mm;

$s_{1p} = s_p + s_{ap} = 0{,}5(D_{ep} - D_{itp})$ — grosimea totală a peretelui inelar al piciorului tubular, în mm;

$s_p = s_{1p} - s_{ap} = 0{,}5\,(D_{ep} - D_{ip})$ — grosimea de rezistență și stabilitate a peretelui inelar al piciorului tubular, în mm;

$s_{ap} = s_{1p} - s_p = 0{,}5(D_{ip} - D_{itp})$ — grosimea de adaos (pentru coroziune, eroziune, oxidare etc.) a peretelui inelar al piciorului tubular, în mm;

$A_{p\,min} = \min.\ \pi\,(D_{ep}^2 - D_{ip}^2)/4$ — aria secțiunii transversale de rezistență și stabilitate a peretelui inelar al piciorului tubular, în mm²;

$W_{p\,min} = \min.\ \pi(D_{ep}^4 - D_{ip}^4)/32\ D_{ep}$ — modulul de rezistență axial al secțiunii transversale de rezistență și stabilitate a peretelui inelar al piciorului tubular, în mm³;

E — modulul de elasticitate longitudinal (modulul lui Young) al materialului de bază al piciorului tubular vertical, respectiv al tirantului (tendonului), în N/m², N/cm², N/mm² etc.;

P_{max} — sarcinile maxime, în general, de natura unor forțe exterioare, momente încovoietoare exterioare etc., care dau efecte de compresiune;

G, G_1, G_{1t} — sarcina gravitațională (greutatea), în general și sarcina gravitațională (greutatea) maximă, în secțiunea de calcul, pentru un picior tubular, în N, MN, kN, daN etc;

G_{max} — greutatea maximă a rezervorului sferic în condițiile (*max*- de lucru, *max H* — de încercare hidraulică, *G* — *gol*) date, în N, MN, kN, daN etc.;

G_A — greutatea apei încărcate în rezervorul sferic în condițiile încercării de presiune hidraulică sau hidropneumatică, în N, MN, kN, daN etc.;

G_{EL} — greutatea etilenei lichefiate încărcate în rezervorul sferic în condițiile de lucru, în N, MN, kN, daN etc.;

F_{max} — sarcina longitudinală maximă în secțiunea de calcul a piciorului tubular, în N, MN, kN, daN etc.;

T_{VH} — sarcina din tirant, din acțiunile eoliene, în condițiile încercării de presiune hidraulică la rece, în N, MN, kN, daN etc.;

M_{max} — momentul încovoietor exterior maxim în secțiunea de calcul a piciorului tubular, în N·m, MN·m, kN·m, N·cm, N·nm etc. ;

M_C — momentul încovoietor de contur, maxim, în secțiunea de calcul a piciorului tubular, în (N·m)/m, (MN·m)/m, (kN·m)/m, (N·m)/cm, (N·m)/mm etc. ;

P_{cr}, $P'_{cr} \cdot P_{sup}$, P_{inf} — sarcinile critice, în general (P_{cr}, $P_{sup} \leqslant P'_{cr} \leqslant P_{inf}$) și sarcinile critice superioare (P_{sup}) sau inferioare (P_{inf}), în particular, la temperatura respectivă de calcul a peretelui metalic al piciorului tubular vertical, de natura unor forțe, momente încovoietoare etc. ;

σ, $\sigma_{ech} = \sigma_{red}$ — eforturile unitare normale, în general și echivalente (reduse), în particular, în N/m², N/cm², N/mm² etc. ;

$\sigma^{G_1}_{max}$, $\sigma^{V_V}_{max}$, $\sigma^{V_S}_{max}$, $\sigma^{M_V}_{max}$, $\sigma^{M_S}_{max}$, $\sigma^{M_C}_{max}$ — eforturile unitare normale de compresiune longitudinală, corespunzătoare solicitărilor gravitaționale G_1, verticale eoliene V_V sau seismice V_S, de încovoiere eoliene M_V sau seismice M_S și de contur M_C, în N/m², N/cm², N/mm² etc. ;

σ_{max}, $\sigma_{c\,max}$ — eforturile unitare normale, rezultante (maxime), de compresiune axială propriu-zisă, în N/m², N/cm², N/mm² etc. ;

$\sigma_{1\,max}$ — eforturile unitare normale, rezultante (maxime), de compresiune longitudinală din încovoiere, în N/m², N/cm², N/mm² etc. ;

$\sigma_{t\,max}$ — eforturile unitare normale, rezultante (maxime), de întindere, dintr-un tirant, în N/m², N/cm², N/mm² etc. ;

$\sigma_c = \sigma_{0.2} = R_{p\,0.2}$ — limita tehnică (convențională) de curgere a materialului de bază al piciorului tubular vertical, în N/m², N/cm², N/mm² etc. ;

σ_{cr}, σ_{sup}, σ_{inf} — eforturi leunitare critice, în general (σ_{cr}) și eforturile unitare (critice) superioare (σ_{sup}) sau inferioare (σ_{inf}), în particular, în secțiunea de calcul și la temperatura respectivă de calcul ale peretelui metalic al piciorului tubular, în cazul solicitărilor de compresiune axială propriu-zisă, în N/m², N/cm², N/mm² etc. ;

$\sigma_{1\,cr}$, $\sigma_{1\,sup}$, $\sigma_{1\,inf}$ — eforturile unitare critice, în general (σ_{1cr}) și eforturile unitare (critice) superioare ($\sigma_{1\,sup}$) sau inferioare ($\sigma_{1\,inf}$), în particular, în secțiunea de calcul și la temperatura respectivă de calcul a peretelui metalic al piciorului tubular, în cazul solicitărilor de compresiune longitudinală din încovoiere, în N/m², N/cm², N/mm² etc. ;

$\sigma_s = \sigma_{cr}/c_s$, $\sigma_{1s} = \sigma_{1\,cr}/c_{1\,s}$ — eforturile unitare admisibile din punctul de vedere al stabilității totale (atît în mare cît și în mic), pentru secțiunea de calcul și la temperatura respectivă de calcul ale peretelui metalic al piciorului tubular, în cazurile compresiunii axiale propriu-zise sau ale compresiunii axiale din încovoiere (indice 1), în N/m², N/cm², N/mm² etc. ;

c_s, $c_{sup} \geqslant 1$, $c_{inf} > 1$, $c_{1\,s}$, $c_{1\,sup} \geqslant 1$, $c_{1\,inf} > 1$ — coeficienții globali de siguranță din punctul de vedere al stabilității în mare (indice *inf*) sau în mic (indice *sup*), aleși sau stabiliți în concordanță cu valorile mărimilor critice de referință ;

c_c — coeficientul global de siguranță față de limita tehnică de curgere.

Bibliografie

[1] Pavel, A. *Stabilitatea picioarelor tubulare ale rezervoarelor sferice de 1 000 m³ pentru GLT în condiții de seism.* Simpozionul „Realizări de seamă ale creației și gîndirii românești în cincinalul revoluției tehnico-științifice", București, C.C.P.T.F., dec. 1977.

[2] Volmir, A. S. *Ustoicivost uprughih sistem.* Moskva, Fizmatghiz, 1963 și *Ustoicivost deformiruemîh sistem.* Nauka, Moskva, 1967.

[3] Fung, Y. C., Sechler, B. E. *Instability of thin elastic shells.* Pergamon Press, Oxford, 1960.

[4] Timoshenko S. P., Gere J. M. *Theory of elastic stability.* New York, Mc Graw-Hill Book Co., Inc., 1961 și *Teoria stabilității elastice.* Ed. tehnică, București, 1967.

[5] Pflüger, A. *Stabilitätsprobleme der Elastostatik.* Springer-Verlag, Berlin, 1964.

[6] Esslinger, M., Geier, B. *Postbuckling behavior of structures. Text book for Lecture Series CISM.* Braunschweig, Institut für Flugzeugbau, 1974.

[7] Pavel, A. *Stabilitatea recipientelor.* Institutul de petrol, gaze și geologie, București, 1969 și Ed. Academiei R.S.R., București (sub tipar).

[8] Renert, M., Tănase, G. *Calculul și construcția utilajului chimic.* Vol. I, Ed. didactică și pedagogică, București, 1964.

[9] Kantorovici, Z. B. *Osnovi rasceta himiceskih mașin i apparatov.* Mașghiz, Moskva, 1960.

[10] Zudans, ș.a. *Thermal stress techniques in the nuclear industry.* American Elsevier Publishing Co., Inc., New York, f.a.

[11] Bickell, M. B., Ruiz, C. *Pressure vessel* — Design and analysis. Macmillan, London, 1967.

[12] Pankovici, P. F. *Stroitelnaia mehanika koroblia.* Subpromghiz, Leningrad, 1941 și *Trudî po stroitelnoi mehanike koroblia,* t. 4. Sudpromghiz, Leningrad, 1963.

[13] Pavel, A. *Condiții de stabilitate (elastică) în cazul aparatelor de tip coloană.* Construcția de mașini, **24**, nr. 9, 1972, p. 496—502.

[14] Němec, J. *Výpocty pevnosti hekovych nádob.* Statni nakladatelstvi technicke literatury, Praha, 1962.

[15] Pavel, A. *Coeficienți de siguranță în cazul verificării la stabilitate elastică a aparatelor de tip coloană.* Construcția de mașini, **24**, nr. 11, 1972, p. 680—684.

[16] Turkin, K. D. *Ustoicivost podkreplennoi țilindriceskoi obolociki pri sjatii i cistom izghibe.* Rascet prostranstvennîh konstrukții, **4**, 1958, p. 477—498.

[17] * * * C.A.E.R. Comisia permanentă pentru construcția de mașini. Secția 12 — Construcția de mașini chimice — *Recipiente și aparate. Norme și metode unice pentru calculele de rezistență.* Redactare definitivă. Niihimmaș, Moscova, 1965.

[18] Donnell, L. H. *A new theory for the buckling of thin cylinders under axial compression and bending.* Trans. of the ASME, **56**, nr. 11, 1934, p. 795—806.

[19] Grigoliuk, E. I. *Teoreticeskoe i eksperimentalnoe issledovanie ustoicivosti tonkih obolocek za predelom uprugosti.* AN SSSR — Inst. Naucinoi Informații, Moskva, 1966.

[20] Bojinski, A. N., Volmir A.S. *Eksperimentalnoe issledovanie ustoicivosti țilindriceskih obolocek za predelami uprugosti.* Dokl. AN SSSR, **142**, nr. 2, 1962, p. 299—301.

[21] Kappus, R. *Druck-, Biege-* und *Torsionsversuche mit Holmrohren aus Stahl Aero 70.* Berlin — Adlershof Bücherei. Jahrbuch 1939 der Deutsch. Luftfahrforschung, p. 426—438.

[22] Lundquist, E. E. *Strength tests of thin-walled duralumin tubes in pure bending.* NACA Rept. nr. 479, 1933.

Propuneri pentru o normă privind metodologia determinării combustibilităţii gazelor

Ing. **N. I. Lupu** şi fiz. **V. Calcatinge**
Centrul de cercetări şi proiectări pentru gaz metan Mediaş

I. Introducere

Ca urmare a descoperirii de noi zăcăminte gazeifere, a căror conţinut în hidrocarburi este diferit de combustibilul livrat pînă acum după STAS 3317, s-au ivit o serie de probleme începînd cu clasificarea, omologarea, extracţia, transportul, distribuţia şi limitele de utilizare a acestor zăcăminte. Gazele naturale extrase, a căror conţinut de gaze inerte (bioxid de carbon, azot etc.) este la un nivel ridicat (30—60% vol.), pot fi dirijate, atît spre industria chimică (ca materie primă), cît şi în scopuri energetice.

Legat de acest din urmă mod de valorificare a zăcămintelor formate din hidrocarburi şi inerţi, apare problema combustibilităţii lor.

În cele ce urmează propunem un proiect al metodologiei de determinare a combustibilităţii gazelor naturale în amestec cu alte gaze necombustibile.

Definind combustia ca reacţie chimică a oxigenului cu materiale combustibile, însoţită de dezvoltare de lumină şi producere rapidă de căldură, trebuie să determinăm dacă amestecul de gaze supus analizei îndeplineşte condiţiile pentru a fi inflamabil.

II. Determinarea combustibilităţii

Determinarea combustibilităţii gazelor poate fi efectuată prin calcul şi experimental.

1. *Determinarea prin calcul* se bazează pe compoziţia chimică a amestecului de gaze şi cuprinde următoarele etape [1].

- Se recalculează amestecul pe bază de aer liber, determinîndu-se procentajul de aer din amestec, precum şi a celorlalţi componenţi într-un amestec în care se presupune că nu mai există aer.
- Se determină, cu ajutorul diagramelor din figurile 1, 2, 3, dacă există procentaje suficiente de gaze inerte (N_2, CO_2) în amestecul calculat pe bază de aer liber pentru a preîntîmpina inflamabilitatea.
- În cazul în care suma rapoartelor inert/combustibil cerut pentru neinflamabilitate este mai mare decît procentajul de gaze inerte din gaz, rezultă că gazul este combustibil; în caz contrar nu este combustibil.

În situaţia în care amestecul de gaze nu conţine oxigen (deci nu are aer liber), determinarea combustibilităţii se efectuează după primele două etape de mai sus.

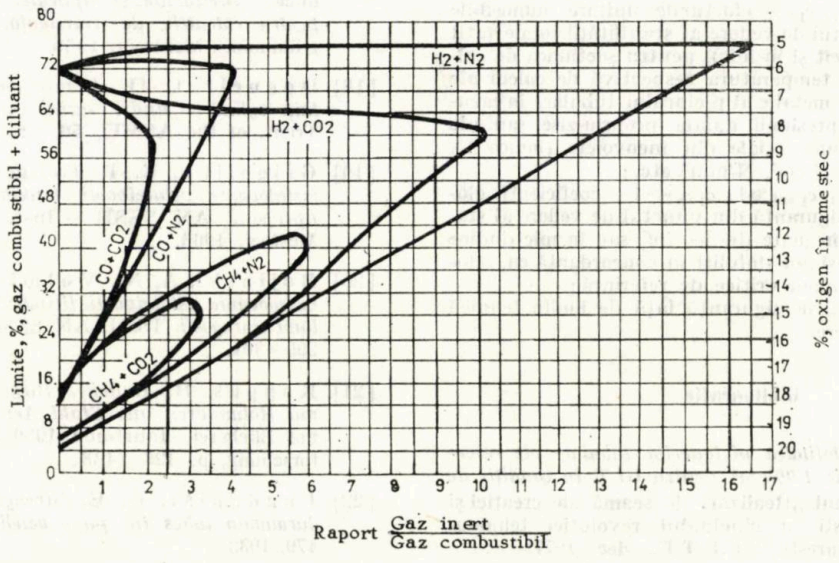


Fig. 1. Limitele de inflamabilitate în volume de hidrogen, oxid de carbon şi metan în aer, combinate cu diferite cantităţi de bioxid de carbon

Legat de combustibilitate, pentru caracterizarea unui gaz combustibil este necesar să se determine și alți parametri: limitele de inflamabilitate și viteza de aprindere.

Limitele de inflamabilitate se definesc ca fiind compoziția limită a unui gaz combustibil și aer, dincolo de care amestecul nu se mai aprinde.

Limitele de inflamabilitate pentru un amestec de gaze se pot calcula folosind ecuația (1) lui Le Chatelier:

$$L = \frac{100}{\frac{a}{A} + \frac{b}{B} + \frac{c}{C} + \dots} \quad (1)$$

unde:

a, b, c reprezintă proporțiile din diferiți compuși ai amestecului de gaz exprimate în procente

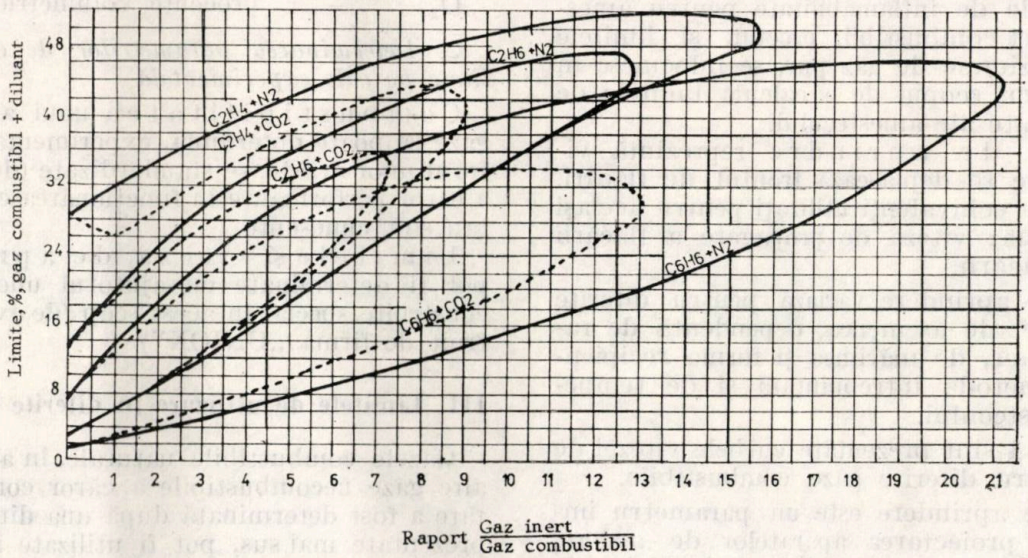


Fig. 2. Limitele de inflamabilitate în volume de hidrogen, oxid de carbon și metan în aer, combinate cu diferite cantități de bioxid de carbon și azot

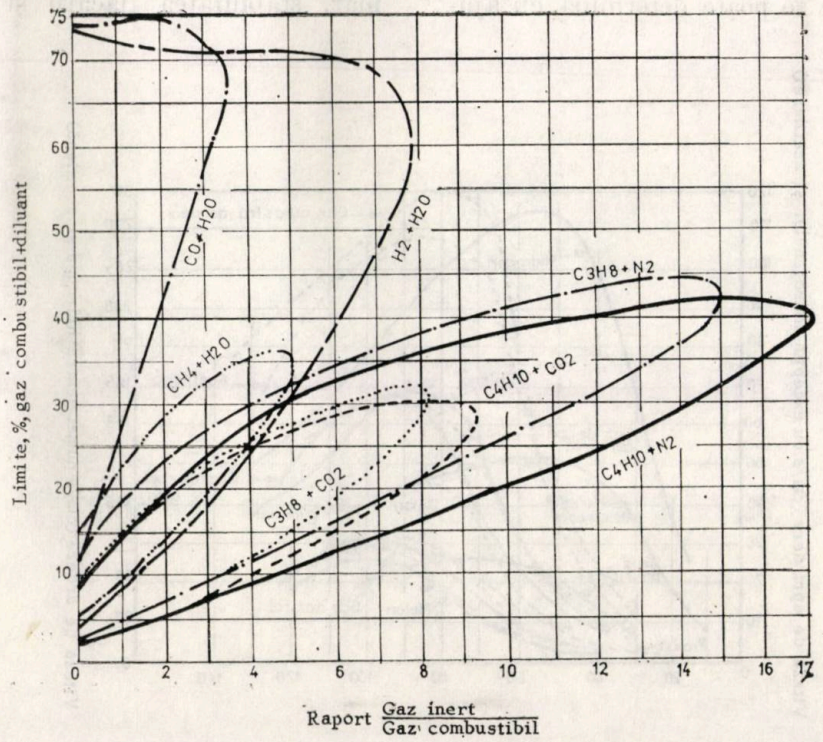


Fig. 3. Limitele de inflamabilitate în volume de hidrogen, oxid de carbon și metan în aer, combinate cu diferite cantități de bioxid de carbon și azot

volumetrice (în cazul în care amestecul conţine oxigen se calculează pe bază de aer liber);

A, B, C, — limitele de inflamabilitate respective determinate din diagramele 1, 2 şi 3 după următoarele etape:

— Se împarte amestecul de gaze în diviziuni mai simple, din care fiecare conţine numai un gaz combustibil şi nici unul, parţial sau total, gazele inerte. Aceste diviziuni trebuie să fie făcute în rapoarte de flamabilitate, conform diagramelor 1, 2 şi 3.

— Limitele de inflamabilitate pentru amestecurile inert-combustibil, precum şi limitele pentru diviziunile de gaz pur, se înlocuiesc în relaţia (1) cu scopul de a calcula limitele de inflamabilitate ale amestecului.

Viteza de aprindre reprezintă viteza cu care se deplasează frontul de flăcări. Alţi termeni echivalenţi utilizaţi pentru acelaşi fenomen sînt: viteza de propagare a flăcării şi viteza flăcării.

Viteza de aprindere variază pentru diferite gaze şi este, de asemenea, dependentă de raportul gaz/aer, de mărimea şi forma recipientului, de metoda întrebuinţată şi de temperatura amestecului.

În figura 4 sînt prezentate curbele vitezei de ardere pentru diferite gaze combustibile.

Viteza de aprindere este un parametru important în proiectarea aparatelor de ardere, care influenţează caracteristicile de încălzire ale flăcărilor.

Prin calcul, viteza de aprindere pentru amestecuri combustibile se poate determina cu ajutorul relaţiei:

$$v = \frac{\Sigma F_i\, a_i}{A_{os} + 1 + 5(\mathrm{I}) - 18{,}8(\mathrm{O_2})}, \text{ cm/s}, \qquad (2)$$

unde:

A_{os} reprezintă aerul necesar arderii stoichiometrice;
F_i — combustibilitatea relativă;
I — procente volumetrice inert;
O_2 — procente volumetrice oxigen.

2. *Determinarea parametrilor de combustibilitate pe cale experimentală*

Combustibilitatea unui amestec de gaze se poate determina, experimental, cu ajutorul unor arzătoare standardizate (de ex. TD), a căror performanţe în funcţionarea cu gaz metan sînt cunoscute.

Limitele şi viteza de aprindere pot fi determinate cu ajutorul unor aparate construite special în acest scop (de ex. cel construit de firma „UNION").

III. Limitele de utilizare în diferite domenii

Gazele combustibile naturale, în amestec cu alte gaze necombustibile a căror combustibilitate a fost determinată după una din metodele prezentate mai sus, pot fi utilizate în instalaţiile de ardere în funcţie de valorile celor şase indici Weaver [3]. Cu ajutorul acestor indici, grupaţi după sarcina termică, aerul primar, stabilitatea flăcării şi calitatea arderii,

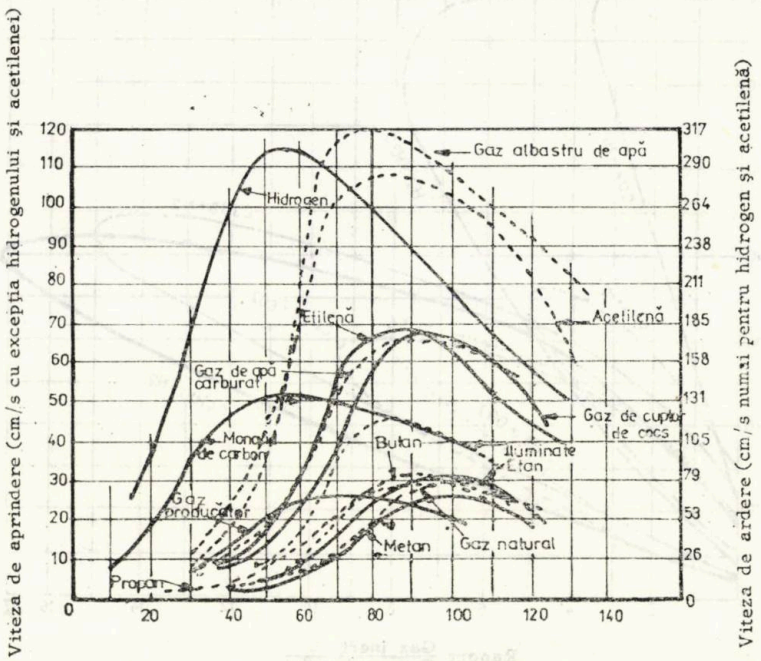


Fig. 4. Aer primar (procente din cel teoretic). Curbele vitezei de ardere pentru diferite gaze. Vitezele de aprindere şi de ardere au aceeaşi semnificaţie

se pot aprecia limitele de utilizare a gazelor naturale în amestec cu alte gaze necombustibile, datorită limitelor admise după schimbarea unui combustibil cu altul.

Dacă indicii Weaver pentru gazul analizat au valori în afara plajei valorilor „admise", amestecul de gaze combustibile cu inerți se va utiliza numai după modificarea instalațiilor de ardere.

Se recomandă ca gazele naturale a căror conținut de inert (CO_2; N_2) depășește 6% vol. să nu fie utilizate în instalații de ardere de uz casnic, iar cele a căror conținut de gaze necombustibile depășește 30% vol. (și s-a determinat că sînt combustibile) vor fi utilizate numai în instalații de ardere, special construite, să funcționeze cu aceste gaze și cu aer cald.

Concluzii

Diversitatea compoziției gazelor extrase din diferite zăcăminte a condus la elaborarea unor reglementări privind combustibilitatea gazelor naturale în amestec cu alte gaze necombustibile.

Prezenta lucrare, ca propunere pentru o metodologie de determinare a combustibilității, poate fi completată și cu norme privind proiectarea, executarea și exploatarea instalațiilor de extracție, transport și distribuție a gazelor naturale în amestec cu alte gaze necombustibile.

Bibliografie

[1] Vandaveer, F. E., Segeler, C. G. *Combustion* Gas Engineering Handbook, Ind. Press Inc. 1977, Chapt. 5.

[2] Schuster, F. *Fragen de Gasqualität und- Austauschbarkeit von Brenngasen in industriellen Feuerungen.* G.W., vol. 12, nr. 10, 1963, p. 387.

[3] Weber, E. J. *Interchangeabality of fuel gases.* Gas Engineering Handbook, Ind. Press Inc. 1977, Chapt. 14.

Cercetări complexe de laborator privind condițiile de formare a zăcămintelor de hidrocarburi neogene de la contactul Depresiunii Getice cu Platforma Moesică

Geol. N. Balteș
I.C.P.P.G. Cîmpina

Condiții geologice ale generării și acumulării hidrocarburilor

Introducere

Cercetate intens prin sonde, Depresiunea Getică și Platforma Moesică reprezintă, în prezent, unități tectonice cu un grad avansat de cunoaștere geologică de ansamblu. Dacă sub aspect geologic există un bogat material documentar publicat sau nepublicat, ca și ipoteze care explică diverse aspecte ale evoluției acestor unități, asupra modului exact de formare a zăcămintelor de hidrocarburi, lucrările sînt mai puține și tratează, majoritatea, aspecte particulare, din diferite puncte de vedere, ale acestei probleme.

În ansamblul de mijloace de cercetare folosite pentru aprecierea condițiilor de formare a zăcămintelor de hidrocarburi s-a inclus, în ultimul timp, o metodologie palinologică complexă bazată, în principal, pe studiul gradului de metamorfism al substanței organice insolubile. Deși pe plan mondial se cunosc astfel de preocupări, sînt totuși publicate puține lucrări, majoritatea cercetărilor vizînd aspecte metodologice, de laborator, pentru diagnosticarea rocilor-sursă și parametrilor fizici, chimici, biologici globali ai generării și migrației hidrocarburilor.

Aplicarea practică a metodologiei amintită mai sus, în condiții geologice specifice unor bazine petrolifere, se practică de unele unități operative, cu toate că publicate apar, de regulă, numai concluziile științifice și mai puțin cele practice.

În industria petrolului din țara noastră, acest sistem de cercetare s-a aplicat în ultimii ani, tratînd probleme metodologice sau avansîndu-se unele tentative de precizare a fenomenelor legate de formarea zăcămintelor de hidrocarburi. Pînă în prezent s-au realizat mai multe studii, dintre care sînt publicate concluziile privind rezervoarele mezo-cainozoice din partea centrală a Depresiunii Panonice [4] paleogene și neogene din flancul nordic al Depresiunii Getice [5] și neogene din estul Platformei Moesice, promontoriul Bordei Verde [3]. Sînt în curs de definitivare concluzii privind eocenul flișului extern al Carpaților Orientali, molasa miocenă din Unitatea Pericarpatică a Moldovei și întreaga Depresiune Panonică.

Existînd posibilitatea stabilirii rocilor generatoare, caracterului primar sau migrat al principalelor rezervoare de țiței din aceste arii, elemente care duc implicit la cunoașterea condițiilor în care s-au format acumulările respective, s-au creat modelele de zăcăminte, ele însumînd cele mai importante aspecte ale generării, migrației, acumulării și conservării hidrocarburilor.

Zona de contact a Depresiunii Getice cu Platforma Moesică, în care depozitele cenozoice ale primei acoperă, în proporții și aspecte foarte variabile, substratul unității secunde, este, de fapt, o arie de interferență sedimentologică, greu de delimitat cartografic la nivelul neogenului, în care se regăsesc elemente, atît ale molasei getice, cît și ale platformei carbonatice.

Din cele arătate rezultă că obiectivele principale ale acestei lucrări sînt de a preciza modul în care au luat naștere hidrocarburile cantonate în rezervoare mio-pliocene, caracterul acestor zăcăminte, căile, etapele și intensitatea migrației pentru cele secundare, ca și perspectivele în hidrocarburi ale unor sectoare din zonă, necercetate sistematic pînă în prezent și care pot constitui, astfel, obiective de interes.

Aspecte geologice generale în raport cu potențialul petro-gazeifer

Deoarece asupra Depresiunii Getice și Platformei Moesice există o bogată literatură, prezentarea în cadrul acestui articol a geologiei celor două unități, chiar într-o formă simplificată, ar fi inoportună, cu atît mai mult cu cît aceasta se referă numai la secvența neogenă, relativ completă în zona median-sudică a Depresiunii Getice și numai miocen superioară-pliocenă pe Platforma Moesică.

Deși obiectivul principal se referă la cuvertura neogenă, din zona de contact, este necesar de amintit și substratul platformic al acesteia care aparține, de regulă, ciclului jurasic-cretacic, la rîndul lor depozitele acestui ciclu acoperind discordant diferiți termeni ai triasicului și paleozoicului. Succesiunea stratigrafică, întreruptă de importante lacune stratigrafice ca și mișcările pe verticală ale subasmentului, au contribuit, determinant la poziția, răspîndirea și calitățile lito-stratigrafice, aspectele structural — și morfo-tectonice ale secevențelor neogene, și la constituirea unora dintre ele în bune colectoare de hidrocarburi.

Elementul tectonic major care pune în contact direct, de superpoziție, flancul sudic al Avanfosei Carpatice, respectiv Depresiunii Getice, cu Platforma Moesică, este Falia Pericarpatică (Bibești-Tinosu). Dacă pentru formațiunile preneogene, Falia Pericarpatică este bine localizată prin sonde, diferențiind cu claritate platforma carbonatică de depresiune, pentru formațiunile neogene și îndeosebi cele cuprinse în intervalul badenian-pliocen superior, contactul între cele două unități este echivoc, fiind determinat de factori geologici specifici ambelor unități și acționînd concomitent. În timp ce alcătuirea litologo-stratigrafică de ansamblu a neogenului atestă, cel puțin pînă în badenian, natura sa depresionară, prezența recifilor algali în badenian și, în general, evoluția sa structural tectonică, trădează apartenența platformică.

Plonjînd mult sub cuvertura molasei getice, substratul mezozoic al platformei, în afară de faptul că pune în contact diferite depozite cenozoice ale depresiunii cu depozite mezozoice proprii (Capul Dealului, Vîrteju, Mitrofani, Oporelu, Cierți etc.) creează, potențial, și o importantă cale de migrație pentru eventuale hidrocarburi formate, atît în sectoarele depocentrale ale depresiunii, cît și în cele adînci ale platformei, problemă care a fost abordată și în materialul de față.

Deoarece relația genetică dintre zăcămintele neogene din zona de contact platformă/depresiune cu alte tipuri de zăcăminte limitrofe, de aceeași vîrstă, era necunoscută, s-a considerat oportun să se ia în studiu și unele zăcăminte din sectorul median-sudic al Depresiunii Getice, dealtfel regiunea de maximă subsidență a acesteia și principalele secvențe lito-stratigrafice cercetate pentru eventualul lor rol de generator sau de rezervor.

Eocenul, cunoscut numai în extremitatea sud-estică a depresiunii, a fost deschis de sonda 8001 Cobia, pe o grosime redusă la circa 400 m; este alcătuit de marno-calcare fine cu intercalații de argile cenușii.

Oligocenul, localizat cu intermitență prin sonde (Pîrvu Roșu, Oarja-Călinești, Cobia), este predominant argilitic-aleuritic, aparținînd părții sale terminale.

Burdigalianul apare pe suprafețe reduse, în facies marnos aleuritic, subgrauwake și conglomeratic care, în unele sectoare, se pot dezvolta mult în grosime. Seria de conglomerate deschisă de sonda 4 229 Ciovîrnășani și cercetată palinologic, în detaliu, se desfășoară pe o grosime de mai bine de 1 000 m și conține elemente variate ca vîrstă, dar nu mai noi ca miocenul inferior. Matricea lor are vîrstă burdigaliană, ceea ce precizează vîrsta întregii secvențe. Situația se repetă mai spre est, la Mitrofani, ca și în sectorul Mătăsari, unde sonda 6 100 deschide, pe mai bine de o mie de metri, conglomerate și gresii grosiere burdigaliene, dispuse pe un substrat mezozoic de platformă. La sudul sectoarelor menționate anterior, burdigalianul apare, de asemenea, conglomeratic, fiind interceptat de sonde la Capu Dealului pe cîteva sute de metri. Elementele alohtone indică diferite formațiuni sedimentare mezo- și paleozoice din substratul platformic sau

cristaline, carpatice. Depozitele burdigaliene mai apar izolat numai în extremitatea sud-estică a depresiunii, la Cobia, pe cîteva sute de metri, în succesiunea relativ normală.

Helveţianul are o arie de răspîndire discontinuă şi grosimi, în general, mult mai reduse ca în sectoarele median şi nordic ale depresiunii. Prezent cu diferiţi termeni, în funcţie de evoluţia geologică a platformei în timpul miocenului pre-badenian care a determinat extinderea sa, helveţianul are o alcătuire litologică predominant pelitică la partea sa inferioară şi grezonisipoasă, local microconglomeratică, în rest. Arcoze litice sînt uneori intercalate la partea superioară. Întîlnit în sonde la Hurezani, Zătreni, Drăganu-Călina, Mitrofani, Vaţa, Oarja-Călineşti, Strîmbu şi Cobia marchează, în mod evident, extinderea molasei, constituind un foarte bun reper geologic pentru trasarea limitei sudice a Depresiunii Getice.

Badenianul este o secvenţă cu o largă răspîndire, acoperind prin termenul său superior, întreaga zonă de contact dintre Depresiunea Getică şi Platforma Moesică, în anumite zone prezentînd, împreună cu sarmaţianul inferior, grosimi relativ mari (Bibeşti-Bulbuceni). În cîteva sectoare apare şi cu partea sa inferioară (Mitrofani, Cobia) şi medie, cu sare (Mitrofani, Oteşti) cînd reprezintă scurte episoade de sedimentare molasică. Alcătuit la partea superioară, exclusiv din pelite, bine dezvoltate şi continuate, de regulă, de depozite groase volhiniene, această secvenţă a constituit un obiectiv principal de cercetare. De reţinut că, la diferite nivele în segmentele sale superioare, poate apare în facies recifal (M. Leu), aspect care confirmă importanţa formaţiunilor respective, atît ca rezervoare, cît şi ca roci potenţial generatoare.

Sarmaţianul este foarte bine dezvoltat în zona de contact dintre cele două unităţi, fiind reprezentat printr-o largă varietate de roci: arenite feldspato-litice, gresii cu ciment calcitic, marne aleuritice, argilite, marno-calcare, calcare, intercalaţii de tufuri vitro-cristalo-clastice, nisipuri şi microconglomerate (E. Negrea). Însumînd spre extremitatea vestică, (Bibeşti-Bulbuceni) o grosime de peste 2 500 m, sarmaţianul prezintă peste 10 nivele productive, grupate în mai multe orizonturi grezo-calcaroase, marno-grezoase, nisipoase şi marnoase (SaX_i, $Sa\ X_a$, $Sa\ X_{tr}$, $Sa\ IX_a$, Sa VIII, Sa VII—V). Situaţia este asemănătoare la Hurezani şi Zătreni, spre est, caracterul de zăcămînt fiind cedat depozitelor pliocene.

Meoţianul este principala formaţiune de interes pentru acumularea hidrocarburilor producînd din mai multe orizonturi, de regulă patru (a, b, c şi d) şi cu un potenţial sporit spre jumătatea estică a zonei de contact cu platforma (Oteşti, Vaţa, Albota, Oarja-Călineşti, Strîmbu, Cobia etc.), unde şi grosimile rezervoarelor cresc.

Ponţianul marnos, *dacianul* şi *levantinul* nisipoase, microconglomeratice cu cărbuni şi intercalaţii de argile acoperă, cu grosimi variabile, în zona de contact, atît Depresiunea Getică, cît şi Platforma Moesică şi pot purta uneori gaze (Vaţa).

Metoda de lucru şi proveniența materialului de studiu

În condiţiile geologice specifice ţării noastre, la gradul de cunoaştere a potenţialului petrogazeifer autohton şi al posibilităţilor de investigare în laborator, s-a adoptat o metodologie de lucru, multidisciplinară care s-a dovedit, practic, satisfăcătoare scopului urmărit în etapa actuală.

Din cuprinsul acesteia se detaşază cercetarea palinologică, cu cea mai mare arie de aplicare, în această etapă de contact cu domeniul respectiv de cercetare.

În vederea realizării obiectivelor propuse, s-a folosit următoarea metodologie palinologică.

a. Analiza stratigrafică, absolut necesară şi la un grad de detaliu cît mai ridicat, în vederea precizării momentelor geologice de generare a hidrocarburilor, migraţiei lor sau punerii în loc a zăcămintelor.

b. Analiza potenţialului petroligen, complex de metode optice şi chimice elementare pentru stabilirea rocilor-sursă, a calităţii şi cantităţi hidrocarburilor generate, se realizează prin:

— analiza calitativă şi cantitativ-statistică a conţinutului palinologic extras din carote;

— analiza, în detaliu, a fracţiunilor microvegetale, a naturii lor, a detritusului vegetal pe categorii de provenienţă (palinoclaste) şi kerogenului. Raporturile dintre toate aceste fracţiuni, una faţă de fiecare dintre celelalte, au contribuit la determinarea naturii substanţei organice primare, element important şi indispensabil în caracterizarea unei roci-sursă;

— analiza optică a kerogenului, în vederea precizării proprietăţilor şi naturii sale ca şi rolului avut în formarea diferitelor tipuri de hidrocarburi;

— analiza translucenţei materialului palinologic. Raportul dintre aceasta şi carbonul organic, ca element constitutiv al kerogenului, a fost utilizat la stabilirea debutului fazei de generare a hidrocarburilor, pe produşi diferenţiaţi;

— analiza reflectanţei vitrinitului, fuzinitului şi altor produşi cărbunoşi de diageneză („macerale") a determinat direct precizarea gradului de metamorfism organic, respectiv precizarea etapei de generare a petrolului;

— analiza în spectrul ultraviolet (UV) a kerogenului;

— analiza cromatică a kerogenului.

c. Analiza palinologică a apelor de zăcămînt

Practicată curent în cercetarea petrolieră din țara noastră, pentru stabilirea caracterului primar sau secundar al acumulărilor de apă de zăcămînt, cu sau fără petrol. Interpretarea stratigrafică selectivă, pe grupe cronostratigrafice și al potențialului petroligen al acelorași grupe, a făcut posibilă stabilirea etapelor și sensurilor migrației petrolului, întregind cunoașterea proceselor de formare a zăcămintelor.

Pentru mai bine de jumătate din cele aproximativ 500 carote cercetate, s-au realizat analize chimice elementare ale carbonului organic, hidrogenului și oxigenului, care au completat cunoașterea naturii insolubilului organic.

Întreaga gamă de analize menționate s-a referit, în primă instanță, la zona de contact a platformei cu Depresiunea Getică, dar și la structuri și formațiuni atît neogene cît și mai vechi, din ambele unități. Această situație s-a datorat unor concluzii anterioare (Balteș, 1978, 1981, 1982) potrivit cărora modul de formare a zăcămintelor de hidrocarburi este direct condiționat de factori regionali care acționează și asupra unor depozite de vîrstă diferită decît a rezervorului și în regiuni, uneori mult depărtate față de acesta, situații relevate de unele aspecte ale migrației secundare sau terțiare.

În acest mod s-au luat în studiu alte circa 200 de eșantioane din Depresiunea Getică median-sudică, aria de contact a depresiunii cu Platforma Moesică și din Platforma Moesică propriu-zisă, pe un interval stratigrafic cuprins între paleozoic și pliocen, ponderea cea mai mare revenind depozitelor neogene.

Considerații stratigrafice și de potențial petroligen

Exceptînd depozitele cretacice și mai vechi ale platformei, întîlnite frecvent de sondele care au străbătut depozitele neogene ale depresiunii epiplatformice și care nu fac obiectul prezentei lucrări decît ca elemente de comparație, considerațiile palinologice ce urmează încep cu depozitele oligocenului, fiind prezentate în ordine cronostratigrafică*.

Oligocenul a fost determinat palinologic în structurile Pîrvu Roșu și, în special Oarja-Călinești, unde este reprezentat de secvențele sale superioare.

Reprezentînd o digitație tardivă a bazinului oligocen superior epicontinental, prelungită mult spre sud pe substratul platformic, segmentul analizat conține un foarte bogat material palinologic. Testat pentru calitățile de rocă-sursă a indicat, între altele, valori ale reflectanței vitrinitului de 0,86—0,90, sugerînd un potențial petroligen moderat, apt pentru producerea relativ abundentă de gaze.

Separată, de regulă, de depozitele succedente, helveține și meoțiene prin discordanțe care indică perioade de nedepunere sau erodare relativ mari, roca-sursă a rămas în loc, cu unele excepții, atingînd stadiul catagenetic, apt pentru a produce țiței și gaze, ca și în alte sectoare ale Depresiunii Getice. În sprijinul acestor observații se mai poate adăuga și adîncimea de îngropare a depozitelor oligocene pînă la circa 2 500 m, cu mențiunea că depozitele respective au înclinări mici, conforme cu cele ale substratului platformic. Se consideră că o anumită deficiență termică a depozitelor oligocene în generarea hidrocarburilor este compensată de fluxul termic mai ridicat al platformei.

Burdigalianul apare numai în extremitatea vestică a zonei de contact platformă/depresiune, în sectoarele Ciovîrnășani și Mătăsari, predominant conglomeratic. Obiect de interpretări stratigrafice diverse, această serie conglomeratică a fost integral și special cercetată palinologic și atribuită burdigalianului.

Caracterele maturizării substanței microvegetale extrase din matricea conglomeratelor, inclusiv reflectanța vitrinitului de 0,3—0,4, indică un stadiu imatur, inapt pentru generarea hidrocarburilor.

Helvețianul aparține, prin calitățile lito-stratigrafice și structural-tectonice, domeniului sedimentar de avanfosă, apărînd cu intermitențe în zona de contact cu platforma sau apropiat geografic, de aceasta, ca în structurile Hurezani, Zătreni, Mitrofani, Drăganu-Călina, Vața, Albota, Pîrvu Roșu, Oarja-Călinești, Gliganu și Cobia.

Considerat, în majoritatea cazurilor, ca un relict sedimentar al burdigalianului, atașat acestuia, helvețianul din structurile de mai sus a fost diagnosticat palino-stratigrafic ca mediu-superior, în anumite situații chiar terminal, cu excepția sectoarelor Oarja-Călinești și Cobia, unde apare și cu termenii săi inferiori.

În această situație, depozitele helveține pot fi considerate mai curînd ca episoade, în general scurte, de ingresiune a bazinului molasic depresionar pe zona platformică, determinate de ușoara coborîre a acesteia. Consecințele practice ale acestui cadru geologic și structural pentru helvețian rezidă în pierderea caracterului său de bun rezervor de hidrocarburi pe care îl are în multe alte sectoare din Depresiunea Getică, cu excepția structurii Hurezani, unde conține gaze, sector care, de fapt, intră într-un regim clar de depresiune.

Helveținul a fost intens cercetat pentru potențialul său petroligen, indicînd valori de metamorfism organic joase, verificate prin reflectanța vitrinitului (0,28—0,4), care nu îi conferă calități generatoare de hidrocarburi, la care se adaugă un conținut modest în car-

* Eocenul fiind identificat palinologic numai într-o singură carotă, din sonda 8 001 Cobia, 4 087 m, cu potențial petroligen nul, nu face obiectul cercetării.

bon organic, reacție slabă în UV și translucență ridicată.

Badenian-Sarmațianul Tratată unitar, această secvență, ce reunește segmente din două etaje stratigrafice, prezintă, exceptînd vîrsta, numeroase caractere comune, mai ales în ceea ce privește evoluția lor geologică ca generatoare de hidrocarburi.

Pentru studiul în detaliu al acestei importante calități, a fost luată în considerare structura productivă Bibești-Bulbuceni.

Cele peste 60 sonde săpate în această structură au deschis depozite sedimentare, de la pliocen-devonian, pînă la circa 5 300 m adîncime. Neogenul, discordant peste termeni jurasici și triasici, este reprezentat de badenian, sarmațian și pliocen. Primul etaj, greu de separat de sarmațian, deși este citat și cu termenul său inferior (orizontul cu globigerine) palinologic a fost localizat la intervalele sale superioare-medii (la sonda 4 221 Otești are sare), dar mai ales superioare, bine caracterizate stratigrafic, paleoecologic și paleogeografic.

Sarmațianul, care poate ajunge la grosimi de peste 2 500 m — evidențiind un tipic exemplu de hipersubsidență — este reprezentat de subetajele sale inferioare și medii, separate în mai multe complexe și orizonturi în care alternează argile, silturi și gresii. La diferite nivele, în special la partea superioară a secvenței, prezintă rezervoare de hidrocarburi sub formă de țiței, gaze cu comportare retrogradă și gaze sărace, mai ales la contactul cu meoțianul.

Avînd un foarte bogat conținut organic care a permis, în afara orizontării sale stratigrafice, un amănunțit studiu al potențialului petroligen, sarmațianul din această structură poate servi ca model, atît pentru zona de contact dintre Platforma Moesică și Depresiunea Getică, cît și pentru alte sectoare din cuprinsul acestora sau chiar din alte unități (Paraschiv și Balteș, sub tipar).

Determinarea și urmărirea, în detaliu, a diagenezei materialului microvegetal din seria badenian-sarmațiană relevă mai multe aspecte demne de reținut:

- valorile de reflectanță ale vitrinitului se situează între 0,23 (bessarabian, sonda Piscu Stejarului la 1 960 m) și 1,45 (badenian superior, sonda 3 800 Gliganu la 2 504 m și sonda 850 Urluiasca la 2 670 m). Carbonul organic atinge valori între 56 și 71% (compoziție atomică), kerogenul 0,9—2,2% din rocă, translucența în jur de 70%;
- metamorfismul organic are valori între 3,3—3,9 (sens Balteș 1979) situat între „nul" și „puternic", ceea ce demonstrează posibilitatea generării, cel puțin teoretice, a principalelor tipuri de hidrocarburi, de la gazele biogene, prin fazele de gaze umede și țițeiului ușor, gaz-condens, pînă la gaze uscate post-petrol;
- metamorfismul organic variază, în ansamblu, direct proporțional cu adîncimea, în cuprinsul ciclului respectiv de sedimentare;
- metamorfismul cel mai semnificativ pentru generarea de țiței și gaze umede se situează, în majoritatea cazurilor, aproximativ între 3 500 și 4 000 m.

În restul regiunii cercetate, badenian-sarmațianul prezintă aceleași caractere ca și în structura Bibești-Bulbuceni, chiar dacă ele nu se pot urmări pe aceleași grosimi sau pînă la aceleași adîncimi. Dealtfel, cu cît se trece spre est, grosimea miocenului superior scade considerabil.

Sintetizînd, se poate afirma că badenian-sarmațianul este, în ansamblu, o secvență bună generatoare de hidrocarburi. În această situație, acumulările din orizonturile productive pot fi considerate primare.

Urmărindu-se repartiția spațială a badenian-sarmațianului generator din zona de contact platformă/depresiune, se constată localizarea sa în două sectoare distincte, cu nuclee de generare optimă în țiței și gaze, anturate, mai mult sau mai puțin periferic, de arii din ce în ce mai slab generatoare sau generatoare numai de gaze în proporții variabile. Un sector se situează spre vest, între Sărdănești și Piscu Stejarului, celălalt aproximativ între R. Vedea și R. Dîmbovița.

Anticipîndu-se unele aspecte legate de migrația hidrocarburilor și condițiile de formare a unor zăcăminte de hidrocarburi, prezentate în capitolul următor, se notează că generatorul badenian-sarmațian poate fi considerat responsabil pentru formarea unor zăcăminte de țiței și gaze nu numai în zona de contact, ci și în zona mediană a Depresiunii Getice (aliniamentul Bîlteni-Ticleni-Grădiștea sau Slătioarele-Priboieni-Bogați-Dragomirești) și din Platforma Moesică (pe aliniamentul Vîrteju-Bălcești-Colonești-Giești).

Meoțianul este un etaj bine cercetat palinologic, atît datorită prezenței sale constante în regiunea de studiu, cît și importanței sale economice, ca purtător de țiței și gaze.

Analizele cu scop stratigrafic au indicat, cu cîteva excepții, ca de exemplu structura Otești, partea inferioară a meoțianului, echivalentă orizontului cu *Dossinia*, bine conturată, dată fiind și poziția sa discordantă față de bessarabian.

Analizele pentru potențialul petroligen indică, în ansamblu, un grad de metamorfism organic slab, caracterizat de valori diagenetice cuprinse între 1,9 și 2,7, iar ale reflectanței vitrinitului, între 0,15 și 0,31. În aceste situații posibilitățile sale generatoare sînt, practic, nule.

Se consideră însă că aceste concluzii asupra meoțianului din zona de contact depresiune/

platformă nu trebuie generalizate pentru întreg etajul, deoarece:

— secvențele cercetate prin carote reprezintă, în general, numai o parte a etajului;

— secvențele cercetate sînt alcătuite litologic, preponderent din gresii și nisipuri, acestea avînd, în primul rînd, calități de colector;

— în sectorul nordic al Depresiunii Getice (Balteș ș.a., 1982) și zona cutelor diapire ale Munteniei, meoțianul are nivele relativ bune generatoare de hidrocarburi.*

Ponțianul, fără să constituie un obiectiv special al lucrării, ca dealtfel și celelalte etaje pliocene, a fost cercetat, practic, în fiecare structură importantă din zonă. Reprezentat, în general, prin pelite, a fost definit stratigrafic, în exclusivitate, ca ponțian inferior echivalent orizontului cu Paradacna abichi.

Deși cu un grad de diageneză mai ridicat decît al meoțianului, ponțianul a indicat valori de metamorfism termic între 2,3 și 3 și de reflectanță a vitrinitului în jur de 0,3, ceea ce îi conferă un potențial petroligen practic nul, confirmînd cunoștințele existente asupra sa pînă în prezent, din alte regiuni.

Palinologia apelor de zăcămînt. Analiza conținutului microvegetal din apele de zăcămînt s-a referit, în primul rînd, la colectoarele badenian-sarmațiene, scopul final fiind precizarea condițiilor de formare a zăcămintelor. Pentru întregirea imaginii proceselor de migrație secundară, au fost analizate și nivele productive de alte vîrste, cum sînt cele triasice și bajociene din structura Bibești-Bulbuceni, helvețiene din structurile sudice ale Depresiunii Getice (Hurezani), median-sudice (Slătioarele) sau mediane (Bîlteni, Ticleni, Românești), meoțiene din zona de contact platformă/depresiune (Otești, Vața etc.).

Acestora li se adaugă concluziile unui studiu anterior de detaliu, referitor la Platforma Moesică**, prin care se evidențiază raporturile de generare/acumulare dintre diferite formațiuni geologice ca și dintre Avanfosa Carpatică și platformă.

Analiza palinologică a apelor din zăcămintele miocene superioare, concentrată mai ales asupra structurii Bibești-Bulbuceni, considerată ca model, indică, aproape fără excepție, o mare omogenitate calitativă a conținutului microvegetal. Acesta se caracterizează prin predominanța tipurilor sarmațiene și badeniene. Uneori s-au reperat elemente palinologice jurasice-cretacice (ca fragmente) și pliocene, primele antrenate din substratul platformic în timpul sedimentării badenianului și eventual cedate unor nivele colectoare badenian-sarmațiane, ultimile, accceptate prin contactul direct cu stratele meoțiene cînd se pot forma orizonturi hidrogeologice comune.

Din această compoziție, se deduce, cu relativă ușurință, că acumulările badenian-sarmațiene au, în ansamblu, un caracter primar, cu toate că unele strate productive sarmațiene sînt evident formate în urma unei migrații secundare. Această migrație, avînd însă o amplitudine redusă și mai ales producîndu-se în cuprinsul aceluiași etaj, poate fi considerată ca neînsemnată, iar acumulările respective „în loc".

O situație mai complicată apare la acumulările pre și post-miocene. Astfel, în eșantioane de ape de zăcămînt triasice din structurile Bibești-Tulburea, Brădești, Melinești, Oporelu etc., au fost determinate resturi paleozoice ca și uneori jurasice și chiar badenian-sarmațiene, cu grade foarte diferite de diageneză. Dacă, eventual, resturile paleozoice s-ar putea datora unei acumulări comune, paleozoice-triasice, în această situație colectorul triasic trebuind să aibă o vîrstă inferioară (werfenian), resturile post-triasice nu se pot explica decît prin migrație secundară, în condițiile specifice aranjamentului structural-tectonic local. Pentru detalii se pot vedea temele I.C.P.P.G. nr. 381/1976 și 401/1977, din ultima citîndu-se situația de la sonda 67 Brădești, într-un interval acvifer grezo-cuarțitic werfenian (orizontul de Brădești), între 2 420 și 2 438 m, din care s-au determinat, între altele, și tipuri miocene superioare (5%) cu indice de metamorfism termic (IMT) între 2,5 și 4,2. În seria calcaro-dolomitică mezotriasică (formațiunea de Alexandria) din aceeași structură (sonda 222, 2 396—2 376 m și sonda 239, 2 518—2 502 m) procentul tipurilor badenian-sarmațiene atinge 10% iar IMT, mai restrîns, între 2,6 și 4,1.

În colectoarele triasice din baza seriei detritogene roșii superioare (Formațiunea de Segarcea), alcătuite, de regulă, din breccii calcaroase, gresii grosiere și microconglomerate, procentajele tipurilor badenian-sarmațiene ating circa 20%, în timp ce IMT se limitează între 2,5 și 3,4.

Aceste exemple evidențiază, la stadiul actual de cunoaștere, caracterul secundar al acumulărilor respective, cu toate că în anumite situații triasicul mediu calcaro-dolomitic poate avea acumulări primare de amploare redusă (Oporelu).

În partea nord-vestică a Platformei Moesice sînt cunoscute acumulări în dogger. Cercetate palinologic în ultimii ani (Bibești-Bulbuceni, Stoenița, Iancu Jianu, Căzănești, Colonești, Giești etc.), colectoarele jurasice medii, local și liasice (Formațiunea de Balș), prin apele lor de zăcămînt, au permis obținerea unui foarte bogat conținut microvegetal. El este, practic,

---

* Tema nr. 424 ICPPG, 1979: „Cercetări palinologice pentru cunoașterea proceselor de migrare și acumulare a hidrocarburilor în avanfosa carpatică din Muntenia."

** Tema nr. 401. ICPPG, 1977: „Studiul palinologic al apelor de zăcămînt mezozoice din Platforma moesică, cu privire specială asupra posibilităților de geneză, migrație și acumulare a hidrocarburilor asociate".

identic cu cel al rocilor consolidate jurasice medii, fie că acestea funcționează ca rocă-generatoare, fie colectoare. Situația clasifică zăcămintele respective ca primare, aspecte locale diferite putînd, oricînd, interveni. În acest fel, acumulările bajociene din structura Bibești-Bulbuceni, pe lîngă ceea ce s-a arătat mai sus, prezintă și unele particularități legate de calitatea compoziției materialului palinologic, cu un spectru de valori ale IMT mai larg decît de regulă. Se poate aprecia astfel că influxul termic poate fi diferit de la sector la sector, determinînd grade variabile de metamorfism organic, deci posibilități variabile de producere a hidrocarburilor.

Un mic studiu de detaliu realizat special pentru structura Giești (sondele 3 701—3 710, 3 714—3 716, 3 720, 3 721, 3 872, 4 240, 4 250), în ceea ce privește diageneza materialului microvegetal al doggerului, evidențiază că substanța organică inițială predominantă este cea de natură continentală, humică, respectiv kerogen tip A. Adăugîndu-se un metamorfism termic mai ridicat decît media pe întregul flanc nordic al platformei, determinat probabil de influxul caloric al ridicării Balș-Optași, se pare că generarea hidrocarburilor se plasează puțin după faza optimă, randamentul fiind scăzut, iar hidrocarburile numai de tipul țițeiului greu sau gazelor. Este foarte probabil ca formarea hidrocarburilor în acest sector să reprezinte mai curînd o fază postumă etapei de formare a cărbunilor liasici (cunoscută prin manifestări de gaze umede și scurgeri de țiței greu) decît faza de generare propriu-zisă a hidrocarburilor, premergătoare formării huilei grase. Problema urmează a fi cercetată prin analize de termodifracție electronică și/sau de rezonanță paramagnetică nucleară pe kerogen.

Analiza palinologică a unor ape de zăcămînt din meoțianul inferior aparținînd structurilor Otești, Oarja, Cătească, Priboieni (parțial) și Gura Suții a evidențiat un conținut palinologic extrem de abundent și variat taxonomic, reflectînd, în general, aspecte cunoscute din cercetări anterioare, atît în avanfosă, cît și în platformă.

Trăsătura specifică a acestui conținut este amestecul, în proporții variabile, al tipurilor meoțiene, caracteristice colectorului, cu alte tipuri de vîrste, în general, mai vechi ca meoțianul. Elementele alohtone sînt, cel mai adesea, de vîrstă badenian-sarmațiană (Vața, Albota, Oarja) sau mai vechi (Slătioarele, Strîmbu, Gura Suții). În situația arătată se poate presupune că o bună parte din acumulările din meoțian sînt secundare, chiar dacă și în acest sector, dar mai evident în altele din Avanfosa Carpatică (Anton, 1973) sau Platforma Moesică (Balteș, 1982), acest etaj cuprinde și secvențe generatoare de hidrocarburi.

Bibliografie

[1] Balteș, N. *Considerații asupra relațiilor dintre gradul de metamorfism al materialului palinologic din apele primare de zăcămînt și potențialul petroligen al stratului purtător.* Petrol și Gaze, **24**, nr. 12, 1973, p. 727—730.

[2] Balteș, N. *Contribuții și noi aspecte ale cercetării palinologice din România cu privire la acumularea, migrația și formarea petrolului.* Mine, Petrol și Gaze, **27**, nr. 11—12, 1976, p. 552—556.

[3] Balteș, N. *Metamorphism of different types of organic mater from sedimentary rocks of Romania and their importance for oil generation.* Proc. 10-th World Petroleum Congress, Bucharest, PD_1, p. 43, 47.

[4] Balteș, N. *Considerații palinologice privind geneza hidrocarburilor și unele roci-sursă din România.* Mine, Petrol și Gaze, **29**, nr. 10, 1978, p. 476—485.

[5] Balteș, N. *Considerații palinologice privind diageneza sedimentelor la adîncimi mari și formarea zăcămintelor de hidrocarburi în România.* Mine, Petrol și Gaze, **31**, nr. 7, 1980, p. 344—355.

[6] Balteș, N. ș.a. *Cercetări complexe de laborator pentru cunoașterea modului de formare a zăcămintelor de hidrocarburi din flancul nordic al Depresiunii getice. I. Generarea hidrocarburilor.* Mine, Petrol și Gaze, **32** nr. 1, 1982, p. 45—50.

[7] Negoiță, F., Balteș, N., Leu, M. *Contribuții biostratigrafice la nivelul limitelor Eocen/Oligocen și Oligocen/Miocen în estul Depresiunii getice.* Mine, Petrol și Gaze, **27** nr. 3, p. 125—131.

[8] Paraschiv, D. *Geologia zăcămintelor de hidrocarburi din România.* Inst. Geol. Geofiz., St. Tehn. Econ., A., 10, București, 1975, 353 p.

D. Fodor, I. Rotunjanu, M. Georgescu, V. Voin, A. Böyle **Exploatări miniere la zi – Exemple de calcul.** Editura tehnică, Bucureşti 1983, 408 pag., 90 fig, 115 tabele, 18 ref. bibliografice, format 16×24 cm, preţul 36 lei.

Apariţia **Exemplelor de calcul în Exploatările miniere la zi** se înscrie pe linia preocupărilor, din ultima vreme, a Editurii tehnice de a da în circuitul valorilor o serie de publicaţii de profil minier.

Într-adevăr, dacă se ţine seama că dezvoltarea impetuoasă a exploatării zăcămintelor în cariere, la capacităţi mari de producţie, ridică probleme deosebite proiectanţilor şi tehnologilor, o lucrare de genul acesteia era necesară şi oportună.

Colectivul de autori, de mai mulţi ani, a dus o muncă susţinută de culegere, selectare şi prelucrare a unui bogat material documentar, cît şi a experienţei proprii în acest domeniu.

Culegerea de probleme a fost concepută în şapte capitole, fiecare dintre ele avînd două părţi : una constînd dintr-o scurtă şi concisă prezentare teoretică a problemelor capitolului respectiv şi una practică, alcătuită dintr-un număr suficient de probleme rezolvate detaliat, precum şi dintr-un număr de probleme nerezolvate, ce pot constitui un mijloc de verificare a cunoştinţelor dobîndite teoretic.

Valoarea lucrării este întregită de un material grafic deosebit de bogat şi de o mulţime de date prezentate tabelar, care să permită celor interesaţi să rezolve o gamă foarte variată de probleme pe care le vor întîlni în activitatea practică.

Lucrarea este concepută astfel încît să acopere, în mare măsură, principalele probleme ale exploatărilor miniere la zi, fiind structurată în ordinea firească a etapelor ce trebuie parcurse atunci cînd se pune problema extragerii prin carieră a unui zăcămînt de substanţă minerală utilă.

Cap. I — *Determinarea limitelor raţionale de exploatare la zi* — sintetizează, în partea teoretică, întreaga problematică legată de stabilirea pe criterii de eficienţă a posibilităţilor de exploatare prin lucrări la zi a unui zăcămînt de s.m.u. Relaţiile de calcul indicate sînt prezentate foarte clar în tabele concepute într-o manieră originală. Problemele rezolvate sau propuse pentru rezolvare sînt legate de situaţii reale întîlnite în practică.

Cap. II — *Asecarea perimetrelor de exploatare la zi* — cuprinde o parte teoretică succintă, dar extrem de elocventă, ceea ce permite, chiar şi unuia mai puţin iniţiat în această problemă, să înţeleagă şi să rezolve partea aplicativă a acestui capitol.

Cap. III — *Amplasarea şi săparea lucrărilor miniere de deschidere şi pregătire* — conţine o parte teoretică foarte bine prezentată în tabele şi cu un bogat material grafic explicativ, ceea ce uşurează apoi înţelegerea aplicaţiilor din partea a doua a capitolului.

Cap. IV. — *Dimensiunile elementelor geometrice ale treptelor de extragere şi de haldă din exploatările la zi* — reprezintă un îndreptar de un real folos, atît proiectanţilor, cît şi tehnologilor, cuprinzînd şi problema stabilităţii treptelor din exploatările la zi. Capitolul este întregit de numeroase tabele ce cuprind parametrii fizico-mecanici ai rocilor din foarte multe cariere din ţară. Problemele cuprinse în acest capitol sînt legate de situaţii reale sau posibile de întîlnit în practica exploatărilor la zi.

Cap. V. — *Procedee de extragere utilizate în exploatările la zi* — este structurat în două părţi dinstincte : extragerea cu explozivi şi extragerea mecanică. Pentru ambele părţi se face o succintă prezentare a problemelor teoretice aferente şi apoi se exemplifică pe un număr suficient de date culese, în mare parte, de autori din carierele ţării noastre.

Cap. VI. — *Transportul rocilor sterile şi a substanţei minerale utile în exploatările la zi* — cuprinde calculul parametrilor principalelor mijloace de transport utilizate în cariere sau în afara acestora. Unele exemple de calcul sînt foarte ample şi prezentate la nivelul unui proiect de execuţie. De asemenea, sînt elucidate şi unele probleme de transport mai puţin accentuate în literatura de specialitate.

Cap. VII. — *Proiectarea şi organizarea activităţilor din exploatările miniere la zi* — deşi nu cuprinde toate obiectivele legate de aceste activităţi, reprezintă un prim început în clarificarea principalelor probleme ce trebuie să stea în atenţia proiectanţilor şi tehnologilor.

Problemele rezolvate sînt foarte ample şi reprezintă situaţii posibile într-o exploatare minieră la zi.

Deşi succinta prezentare a conţinutului lucrării nu epuizează întreaga problematică, ea a căutat să puncteze cîteva aspecte principale ce au stat în atenţia autorilor.

Prin conţinutul şi modul de tratare, lucrarea se adresează inginerilor, subinginerilor şi tehnicienilor din producţie, proiectanţilor, cercetătorilor şi studenţilor, precum şi elevilor din învăţămîntul tehnic minier, constituind un îndreptar de o deosebită valoare, atît în domeniul aplicativ, cît şi al proiectărilor lucrărilor miniere la zi.

Prin caracterul aplicativ al lucrării, ca şi prin cel formativ, lucrarea vine să completeze, în mod fericit, literatura noastră de specialitate, aducînd la lumina tiparului rezultatul muncii şi strădaniilor îndelungate în domeniul exploatărilor la zi a valorosului colectiv de autori, pentru care merită felicitări, alături de îndemnul continuării, şi pe mai departe, a scrisului pentru formarea viitoarelor cadre de specialişti, la nivelul exigenţelor domeniului extractiv minier.

Prof. dr. doc ing. **ARON POPA**

La sesiunea de comunicări științifice cu tema **Protecția muncii în exploatările miniere. Rezultate. Perspective**, care a avut loc la Centrul de cercetări pentru securitate minieră Petroșani, în zilele de 25 și 26 mai 1983, au participat ing. Romică Stanciu, ministru adjunct în Ministerul Minelor, Barb Petru, din partea Comitetului Municipal de Partid Petroșani, Martinelli Ion, din partea Uniunii Generale a Sindicatelor, ing. Angelescu Marian, inspector general șef în Ministerul Muncii și specialiști din cadrul centralelor miniere și Ministerului Minelor, personal tehnico-inginerese și ingineri șefi cu probleme de securitate minieră de la unitățile de producție și combinate, din centralele miniere din țară, cercetători și proiectanți din cadrul institutelor de profil, cadre didactice de la Institutul de Mine și cercetători de la C.C.S.M.

Au fost prezentate 50 de lucrări științifice care vizau probleme de aeraj-metan-focuri (10 lucrări), electrosecuritate minieră (11 lucrări), explozivi și tehnologii de împușcare (9 lucrări), combaterea noxelor în subteran și suprafață (15 lucrări) și psihologia muncii și instruire personal (5 lucrări).

În cadrul discuțiilor și în ședința de închidere participanții au apreciat calitatea bună și nivelul înalt al lucrărilor prezentate.

După încheierea lucrărilor sesiunii a avut loc o masă rotundă cu tema *Căile de creștere a aportului cercetării științifice în domeniul securității, în procesul de producție din industria minieră*, la care au participat reprezentanți ai Ministerului Minelor, Ministerului Muncii, ai centralelor și combinatelor miniere.

Cu această ocazie s-a efectuat un rodnic schimb de opinii în ceea ce privește problematica de securitate minieră ridicată de bazinele miniere din țară și s-au conturat problemele care trebuie abordate în cercetarea de viitor, probleme noi care să vizeze :

— prognoza degajărilor de CO și CO_2 la minele din bazinul Motru ;

— elucidarea cauzelor temperaturilor ridicate în unele zone ale bazinului Motru ;

— recoltarea probelor de praf la minele fără rețea de aer comprimat ;

— prognoza degajărilor de gaze la mina Jilț ;

— combaterea prafului la minele și uzinele de preparare a cuarțului ;

— combaterea prafului în uzinele de preparare a minereurilor ;

— participarea specialiștilor de la C.C.S.M. la contractarea utilajelor din import ;

— cointeresarea sporită a personalului din industria minieră ;

— creșterea vitezelor de înaintare a lucrărilor miniere ;

— noi metode de săpare a lucrărilor miniere ;

— metode de depistare a găurilor state ;

— îmbunătățirea pregătirii personalului ce răspunde de tehnica securității la exploatările miniere ;

— micșorarea gradului de prăfuire în subteran.

KOPEX

EXPORT–IMPORT

Instalaţii şi maşini miniere, instalaţii de foraj pentru industria carboniferă şi petroliferă

livrează

– maşini şi instalaţii miniere
– maşini şi instalaţii de foraj
– echipamente de salvare şi de protecţie

proiectează şi execută:

– construcţii miniere
– uzine pentru prepararea cărbunelui

efectuează

– prospecţiuni geologice şi foraje de explorare
– lucrări miniere
– consultaţii tehnice

adresa noastră:

KOPEX

Intreprindere de construcţii şi instalaţii miniere penfru străinătate
str. Grabowa 1 40–952 Katowice, Polonia
Telex: 0315681
Telefon: 581-631

Vă invităm să vizitaţi expoziţia noastră în pavilionul C

KOPEX

MINISTERUL MINELOR

INSTITUTUL DE CERCETĂRI ŞI INGINERIE TEHNOLOGICĂ ŞI DE PROIECTARE A LUCRĂRILOR DE CONSTRUCŢII ŞI INSTALAŢII PENTRU MINEREURI

Deva

EXECUTĂ STUDII, PROIECTE, CERCETĂRI ŞI DOCUMENTAŢII TEHNICO-ŞTIINŢIFICE PENTRU EXPLOATAREA ŞI PREPARAREA ZĂCĂMINTELOR DE MINEREURI NEFEROASE, FEROASE ŞI AURO-ARGENTIFERE :

● metode de exploatare ● perforare, împuşcare, explozivi minieri ● săparea şi susţinerea lucrărilor miniere ● aeraj minier ● stabilirea gradului de prăfuire şi combaterea prafului, microclimat (în subteran, uzine de preparare a minereurilor) ● medicină minieră ● mecanizarea lucrărilor miniere şi de preparare ● automatizarea unor faze tehnologice în subteran şi în uzinele de preparare ● prepararea substanţelor minerale utile în condiţii de laborator, micropilot, pilot şi semiindustrial ● acordă asistenţă tehnică privind îmbunătăţirea fluxurilor tehnologice, modernizarea instalaţiilor în subteran şi în uzinele de preparare ● epurarea chimică a apelor de mină şi reziduale de la uzinele de preparare ● documentaţii tehnico-economice de investiţii pentru obiective miniere ● cercetări şi proiectări privind cooperarea în domeniul minier, de preparare şi asimilări de utilaje miniere ● analize chimice şi fizice prin metode spectrale, polarografice, fotometrice ş.a., analize şi studii mineralogice, analize de reactivi ● prototipuri ale unor utilaje din domeniul exploatării şi preparării substanţelor minerale utile.

SOCACIU 83

Str. 23 August nr. 37 A, jud. Hunedoara, cod 2700

ICITPLCIM

MINISTERUL MINELOR

1982 NOV 18

CENTRUL DE CERCETĂRI PENTRU SECURITATE MINIERĂ

PETROSANI 2675 Str. Dr. Petru Groza Nr.32-34 Telefon 41621-41622

execută:

Cercetări fundamentale și aplicative în domeniile:

- AERAJ SI CLIMATIZAREA MINELOR, VENTILAT INDUSTRIALA;
- PREVENIREA SI COMBATEREA PERICOLULUI ACUMULARILOR DE METAN, A ALTOR GAZE S PULBERI EXPLOZIVE SAU TOXICE, FENOMENE GAZODINAMICE;
- TEHNOLOGIA LUCRARILOR DE IMPUSCARE, MATERIALE EXPLOZIVE;
- ASIGURAREA CONDITIILOR DE MEDIU LA LOC RILE DE MUNCA - COMBATEREA PRAFULUI, A ZGOMOTULUI SI VIBRATIILOR;
- PREVENIREA SI COMBATEREA FOCURILOR EN GENE;
- NORMATIVE, CAUZALITATEA ACCIDENTELOR;
- MATERIALE DE PROPAGANDA DE PROTECTIE MUNCII (AFISE, BROSURI, DIAFILME);
- PSIHOLOGIA MUNCII IN INDUSTRIA MINIERA;
- ELECTROSECURITATEA IN INDUSTRIA MINIER
- VERIFICAREA SI ATESTAREA PROTECTIEI AN EXPLOZIVE;
- PERICOLUL INCARCARII ELECTROSTATICE;
- INSTALATII DE AUTOMATIZARE, TELECOMUNIC TII, TELECONTROL, METANOMETRE PENTRU IN DUSTRIA MINIERA;
- PREVENIREA, DETECTAREA SI COMBATEREA I CENDIILOR;
- COMBATEREA POLUARII ATMOSFEREI DE CAT INDUSTRIA MINIERA;
- ANALIZE FIZICO-CHIMICE, VERIFICARI AVIZAR PRIVIND PARAMETRII DE SECURITATE, EXPER TIZE TEHNICE, ASISTENTA TEHNICA DE SPEC LITATE;
- SALVARE MINIERA.

1445

MINE
PETROL
GAZE

BUCUREȘTI - ROMÂNIA * Vol. 34, octombrie 1983

10

MINISTERUL MINELOR

CENTRUL DE CERCETĂRI PENTRU SECURITATE MINIERĂ

PETROSANI 2675 Str. Dr. Petru Groza Nr.32-34 Telefon 41621-41622

execută: **Cercetări fundamentale și aplicative în domeniile:**

- AERAJ SI CLIMATIZAREA MINELOR, VENTILATIE INDUSTRIALA;
- PREVENIREA SI COMBATEREA PERICOLULUI ACUMULARILOR DE METAN, A ALTOR GAZE SI PULBERI EXPLOZIVE SAU TOXICE, FENOMENE GAZODINAMICE;
- TEHNOLOGIA LUCRARILOR DE IMPUSCARE, MATERIALE EXPLOZIVE;
- ASIGURAREA CONDITIILOR DE MEDIU LA LOCURILE DE MUNCA - COMBATEREA PRAFULUI, A ZGOMOTULUI SI VIBRATIILOR;
- PREVENIREA SI COMBATEREA FOCURILOR ENDOGENE;
- NORMATIVE, CAUZALITATEA ACCIDENTELOR;
- MATERIALE DE PROPAGANDA DE PROTECTIE A MUNCII (AFISE, BROSURI, DIAFILME);
- PSIHOLOGIA MUNCII IN INDUSTRIA MINIERA;
- ELECTROSECURITATEA IN INDUSTRIA MINIERA;
- VERIFICAREA SI ATESTAREA PROTECTIEI ANTIEXPLOZIVE;
- PERICOLUL INCARCARII ELECTROSTATICE;
- INSTALATII DE AUTOMATIZARE, TELECOMUNICATII, TELECONTROL, METANOMETRE PENTRU INDUSTRIA MINIERA;
- PREVENIREA, DETECTAREA SI COMBATEREA INCENDIILOR;
- COMBATEREA POLUARII ATMOSFEREI DE CATRE INDUSTRIA MINIERA;
- ANALIZE FIZICO-CHIMICE, VERIFICARI AVIZARI PRIVIND PARAMETRII DE SECURITATE, EXPERTIZE TEHNICE, ASISTENTA TEHNICA DE SPECIALITATE;
- SALVARE MINIERA.

1445

MINE, PETROL ŞI GAZE

ANUL XXXIV

Nr. 10 1983

ORGAN AL MINISTERULUI MINELOR ŞI MINISTERULUI PETROLULUI

CUPRINS

* * * **Ziua petrolistului** 465

Nichitean, C. **Tehnologii îmbunătăţite de extracţie la Exploatarea minieră Deva** 470

Constantinescu, I., Iliaş, N., Bogdan, Al. **Stabilirea unor parametri constructivi ai susţinerilor mecanizate cu ajutorul nomogramelor** 474

Zamfirescu, Fl., Scrădeanu, Dl. **Analiza condiţiilor hidrogeologice care au contribuit la declanşarea alunecării în cariera Gîrla** 477

Muste, I. **Tehnologie de susţinere a lucrărilor miniere cu ancore şi plasă de sîrmă aplicată la Exploatarea minieră Aghireş** 482

Calotă, N. **Cercetarea experimentală a procesului de introducere a materialului tubular în sondă (II)** 490

Grigore, V., Ionel, A. **Cercetări privind îmbunătăţirea eficienţei separatoarelor de fund pentru gaze la sondele de petrol în pompaj de adîncime** 493

Avram, L. **Studiul echilibrului presiunilor la sondele cu diametre mari** 502

Balteş, N. **Cercetări complexe de laborator privind condiţiile de formare a zăcămintelor de hidrocarburi neogene (II)** 508

INFORMAŢII

ŞTIRI

RECENZII

COLEGIUL DE REDACŢIE

Ing. VASILE SCRIPĂŢ, *preşedinte;* **dr. ing. GHEORGHE ALDEA; ing. ŞTEFAN BENEA; dr. geol. IOSIF BERCIA; ing. TEODOR BORU; dr. ing. GHEORGHE DONŢOV DANU; ing. VIRGIL FĂTU; dr. ing. IANCU GEANGĂLĂ; dr. ing. FLOREA NEAGU; ing. NICOLAE PANTILIE; ELENA VRÂNCENAU,** *redactor.*

REZUMATE

* * * **Ziua petrolistului**

C.Z. 622.343 :622.22 :622.274.5 :622.273.15

N i c h i t e a n, C. *Tehnologii îmbunătăţite de extracţie la Exploatarea minieră Deva*

Autorul prezintă succint zăcămîntul cuprifer Deva, modul de deschidere şi pregătire, insistînd asupra metodei de exploatare cu surpare în subetaje generalizată în ultimii 10 ani.

În cadrul acestei metode se prezintă îmbunătăţirile aduse prin intensificarea mecanizării principalelor operaţii din abataj (perforare de găuri lungi, încărcarea găurilor cu explozivi granulări şi cu buraj). De asemenea, se prezintă tehnica săpării suitorilor cu găuri forate pe toată lungimea lor şi echiparea lor cu ascensoare pentru uşurarea transportului de personal şi materiale.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 10, 1983

C.Z. 622.28 : 65.011.54

C o n s t a n t i n e s c u, I., I l i a ş, N., B o g d a n, A l. *Stabilirea unor parametri constructivi ai susţinerilor mecanizate cu ajutorul nomogramelor*

Autorii propun întocmirea unor nomograme care să permită stabilirea unor parametri constructivi (prestabiliţi şi calculaţi) ai susţinerilor mecanizate cu scut articulat direct la talpă.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 10, 1983

C.Z. 622.271 : 624.13 : 622.693.25

Z a m f i r e s c u, F l., S c r ă d e a n u, D l. *Analiza condiţiilor hidrogeologice care au contribuit la declanşarea alunecării din cariera Gîrla*

Se reliefează importanţa factorului hidrogeologic în declanşarea alunecării haldelor de steril realizate în interiorul carierelor de exploatare a cărbunilor. Pe baza spectrului hidrodinamic al acviferului unic dezvoltat în depozitele aluvionare şi în sterilul haldat în carieră sînt făcute aprecieri cantitative asupra debitelor infiltrate în carieră şi a forţelor hidrodinamice care afectează stabilitatea taluzelor.

Sînt propuse soluţii care vizează evitarea unor noi alunecări.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 10, 1983

C.Z. 622.281.74 : 622.28 : 622.36

M u s t e, I. *Tehnologie de susţinere a lucrărilor miniere cu ancore şi plasă de sîrmă aplicată la Exploatarea minieră Aghireş*

După o introducere în problema susţinerii lucrărilor miniere cu ancore, sînt prezentate patru tipuri de ancore betonate, tehnologia de lucru, procedeele de injectare şi descrierea aparatului de injectare realizat în cadrul Exploatării miniere Aghireş, iar în final se prezintă un calcul de dimensionare.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 10, 1983

C.Z. 65.012.1 : 622.245.1

C a l o t ă, N. *Cercetarea experimentală a procesului de introducere a materialului tubular în sondă (II)*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 10, 1983

C.Z. 65.011.44 : 622.323 : 621.65

G r i g o r e, V., I o n e l, A. *Cercetări privind îmbunătăţirea eficienţei separatoarelor de fund pentru gaze la sondele de petrol în pompaj de adîncime*

În urma rezultatelor cercetărilor efectuate într-o instalaţie pilot s-a ajuns la concluzia că pentru creşterea eficienţei separatoarelor de fund pentru gaze, parametrii dimensionali ai separatorului model trebuie să îndeplinească următoarele condiţii : lungimea hidraulică a separatorului cît mai mică, în funcţie de lungimea pompei de adîncime, suprafaţa deschiderii separatorului cît mai mare, construită din fonte sau orificii cu dimensiuni mici dar în număr mare, diametrul separatorului în secţiunea suprafeţei deschiderii cît mai mic.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 10, 1983

C.Z. 622.241.5 : 622.831

A v r a m, L. *Studiul echilibrului presiunilor la sondele cu diametre mari*

Autorul analizează variaţiile presiunii hidrodinamice, ca factor important al echilibrului gaură de sondă — fluide din formaţiune la sondele cu diametre mari, cantitativ, printr-o aplicaţie numerică.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 10, 1983

C.Z. 65.012.1 : 553.98

B a l t e ş, N. *Cercetări complexe de laborator privind condiţiile de formare a zăcămintelor de hidrocarburi neogene (II)*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr 10, 1983

CONTENTS

C.Z. 622.343 : 622.22 : 622.274.5 : 622.273.15

Nichitean, C. *Improved mining technologies at the Mining Entreprise Deva*

The author presents briefly the Deva copper ore deposit, the development work, insisting upon the subleval caving method, which has been generally applied for the last 10 years.

The main improvements brought to this method are outlined by mentioning the continued extension of the mechanization of the main stope operations (long hole drilling, hole filling with granular explosives and stemming). Also, the raise boring techniques are presented, with holes drilled over their entire length and their equipping with elevators to facilitate manriding and materials transportation.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 10, 1983

C.Z. 622.28 ; 65.011.54

Constantinescu, I., Iliaş, N., Bogdan, Al. *Determination of certain design parameters of the powered roof supports with the help of nomograms*

The authors propose some nomograms which should allow the determination of certain design parameters (pre-determined and pre-calculated) of the powered roof supports with directly ground sill-linked shield.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 10, 1983

C.Z. 622.271 : 624.13 : 622.693.25

Zamfirescu, Fl., Scrădeanu, Dl. *Review of the hydrogeological conditions contributing to the occurence of the ground slide in the Girla open-pit*

The importance of the hydrogeological factor in the occurence of the waste damp slidings in the coal open-pits is outlined. Based on the hydrodynamic spectrum of the single aquiferous horizon developed in the alluvial deposits and the waste damped in the open-pit, quantitative estimates of the water flow rates infiltrated in the pit and of the hydrodynamic forces which affect the slope stability are made. Solutions for the prevention of further slidings are suggested.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 10, 1983

C.Z. 622.281.74 : 622.28 : 622.36

Muste, I. *Anchoring and wire net supporting technologies for the mining workings in the Mining Entreprise Aghireş*

After an introduction to the problem of the mining work supporting by means of anchors, four types of grouted anchors are presented, together with the work technology, grouting procedures and description of the grouting equipment developed at the Mining Entreprise Aghireş and finally a dimensioning calculation.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 10, 1983

C.Z. 65.012.1 : 622.245.1

Calotă, N. *Experimental investigation of the casing running-in process (II)*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 10, 1983

C.Z. 65.011.44 : 622.323 : 621.65

Grigore, V., Ionel, A. *Investigations regarding the improvement of the gas anchor efficiency in oil wels with bottom-hole pumping*

Based on the results of the investigations carried out in a pilot plant, the conclusion was drawn that in order to increase the efficiency of the gas anchors the dimensional parameters of the model equipment have to comply with the following conditions : the hydraulic length of the gas anchor, as against the bottom-hole pump length should be shortest possible ; the gas anchor opening area should be the largest possible and made of small size but large number of slots or orifices ; the gas anchor diametre in the section of the opening area should be as small as possible.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 10, 1983

C.Z. 622.241.5 : 622.831

Avram, L. *Study of the pressure equilibrium in large diametre wells*

The author studies the variations of the hydrodynamic pressure as an important factor of the equilibrium between the bore hole and formation fluids, in large diametre wells, quantitatively, in a numerical application.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 10, 1983

C.Z. 65.012.1 : 553.98

Balteş, N. *Complex lab investigations regarding the formation of neogene hydrocarbon deposits (II)*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 10, 1983

СОДЕРЖАНИЕ

C.Z.622.343 : 622.22 : 622.274.5 : 622.273.15

Никитян, К. *Усовершенствованные технологии добычи медных руд на Г. Р. Дева*

Автор коротко описывает месторождение медной руды Дева, способ вскрытия и подготовки, останавливаясь подробно на систему разработки подэтажного обрушения, которая в последние 10 лет получила широкое распространение.

Представлены усовершенствования данной системы в результате интенсификации механизации основных очистных операций (бурение глубоких скважин, заряжание короткообразными В.В., забойка). Представлен также способ проходки восстающих с помощью скважин, пробуренных на всю длину и их оснащение подъёмниками для облегчения подъёма людей и материалов.

Ключевые слова: месторождение, медная руда, система разработки подэтажного обрушения.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 10, 1983

C.Z. 622.28 : 65.011.54

Константинеску, И. и др. *Определение параметров конструкций механизированных крепей с помощью номограмм*

Авторы предлагают составление номограмм, позволяющих найти предопределяемые и расчётные па-

раметры конструкции механизированных крепей щитового типа с шарнирным соединением щита непосредственно у почвы.

Ключевые слова: механизированные крепи, щитовые, параметры конструкции, номограмма.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 10, 1983

C.Z. 622.171 : 624.13 : 622.693.25

Замфиреску, Фл. и др. *Анализ гидрогеологических условий, способствующих началу спользания на условном карьере Грырла*

Подчёркивается значение гидрогеологического фактора для начала спользания внутренних породных отвалов угольных карьеров. На основе гидродиимаческого спектра развитого в росыпных отложениях и в складируемых породах количественно оцениваются инфильтрации на карьерах и гидродинамические усилия, влияющие на устойчивость откосов.

Ключевые слова: угольный карьер, отвалы, откосы, устойчивость, спользание.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 10, 1983

C.Z. 62281.74 : 622 28 : 622.36

Мусте, И. *Технология анкерной крепи в сочетании с металлической сеткой, применяемая на руднике Агиреш*

После общего представления операций возведения анкерной крепи, представлены четыфре типа бетонированной анкерной крепи, рабочая технология, способ нагнетания растворов, конструкция приспособления, разработанного для нагнетания на неметаллическом руднике Агиреш, а в заключении — расчёт необходимых размеров.

Ключевые слова: анкерная крепь, приспособление, нагнетание растворов.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 10, 1983

C.Z. 65.012 : 1 : 611.245.1

Калотэ, Н. *Экспериментальное исследование процесса ввода труб в буровую скважину* (часть II)

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 10, 1983

C.Z. 65.011.44 : 622.323 : 621.65

Григоре, В. и др. *Исследования в целях повышения эффективности глубинных отделителей газов на нефтепромыслах*

В результате проведенных в пилотной установке исследований пришли к выводу, что для повышения эффективности глубинных газоотделителей, к размерам образца должны быть предъявлены следующие требования: наименьшая гидравлическая длина отделителя, в зависимости от длины глубинного насоса, наибольшая площадь отверстия отделителя полученного в результате применения большого количества отверстий или щелей, наименьший диаметр отделителя в сечении площади отверстия.

Ключевые слова: газоотделители, размеры, требования к конструкции и размерам, эффективность.

Mine, Petrol şi Gaze, vol 34, nr. 10, 1983

C.Z. 622.241.5 : 622.831

Аврам, Л. *Изучение уравновесия давлений в скважинах большого диаметра*

Автор рассматривает изменения гидродинамических давлений в качестве важного фактора равновесия скважины-жидкость в формациях в случае скважин большого диаметра, приводив пример числового применения.

Ключевые слова: скважины большого диаметра, равновесие, гидродинамические давления.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 10, 1983

C.Z. 622.343 : 622.22

Балтеш, Н. *Комплексные исследования условий образования неогенных углеводородных месторождений (часть II).*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 10, 1983

INHALT

C.Z. 622.343 : 622.22 : 622.274.5 : 622.273.15

Nichitean, C. *Verbesserte Gewinnungstechnologien bei dem Bergbaubetrieb Deva*

Der Verfasser stellt kurz die Kupferlagerstätte Deva, die Aus- und Herrichtungsweise, mit besonderem Hinweis auf dem in den letzten 10 Jahren allgemein angewendeten Bruchbau in Scheiben, vor.

Im Rahmen dieser Methode werden die durch die Verbreitung der Mechanisierung der Hauptabbauvorgänge (Langlochbohrungen, Lochfüllungen mit Granuliersprengstoff und Besatz) erreichten Verbesserungen vorgestellt. Ebenfalls, wird die Aufhauentechnik durch auf deren ganzen Länge gebohrten Löcher und deren Ausstattung mit Aufzügen zur Erleichterung der Personalfahrung und des Materialtransportes, vorgestellt.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 10, 1983

C.Z. 622.28 : 65.011.54

Constantinescu, I., Iliaş, N., Bogdan, Al. *Feststellung einiger Konstruktionsparameter der mechanisierten Ausbauausrüstungen mit Hilfe der Nomogramme*

Die Verfasser schlagen die Erstattung von Nomogrammen zwecks der Feststellung von (vorgeschriebenen und vorgerechneten) Konstruktionsparameter der mechanisierten Ausbauausrüstungen mit unmittelbar an der Schwelle gelenktem Schield, vor.

Mine, Petrol şi Gaze, vol 34, nr. 10, 1983

C.Z. 622.271 : 624.13 : 622.693.25

Zamfirescu, Fl., Scrădeanu, Dl. *Untersuchung der hydrogeologischen Bedingungen welche zum Anlass der Abrutschung im Tagebau Girla geführt haben*

Hervorgezogen wird die Wichtigkeit des hydrogeologischen Faktors zum Anlass der Abrutschung der innerhalb der Kohlentagebaue gebildeten Bergehalden. Auf Grund des hydrodynamischen Spektrums des in den Hochwasseraflagerungen und in dem im Tagebau gehauften Berge einzig entwickelten wasserführenden Horizontes werden quantitative Betrachtungen über die im Tagebau versickerten Wasserflussmengen und die hydrodynamischen, die Stabilität der Boschungen beeinflüssenden Kräfte, durchgeführt. Vorgeschlagen werden Lösungen zur Vermeidung weiterer Abrutschungen.

Mine, Petrol și Gaze, vol. 34, nr. 10, 1983

C.Z. 622.281.74 : 622.28 : 622.36

Muste, I. *Ausbautechnologie mit Ankern und Drahtgewebe in dem Grunbenbau, im Einsatz bei dem Bergbaubetrieb Aghireș*

Nach einer Einführung in das Problem des Ankerausbaues, werden vier Typen von Zementierankern vorgestellt, zusammen mit deren Einsatztechnologie, Zementierungsverfahren und Beschreibung des im Rahmen des Bergbaubetriebes Aghireș entwickelten Zementieraggregates. Schliesslich wird auch eine Dimensionierungsrechung vorgestellt.

Mine, Petrol și Gaze, vol. 34, nr. 10, 1983

C.Z. 65.012.1 : 622.245.1

Calotă, N. *Experimentelle Untersuchung des Einlassens der Verrohrung in die Bohrungen (II)*

Mine, Petrol și Gaze, vol. 34, nr. 10, 1983

C.Z. 65.011.44 : 622.323.621.65

Grigore, V., Ionel, A. *Untersuchungen betreffend die Verbesserung des Wirkungsgrades der Bodenabscheiders für Gase bei den Ölbohrungen mit Tiefpumpen*

Auf Grund der Ergebnisse der in einer Pilotanlage durchgeführten Untersuchungen hat man die Schlussfolgerung erreicht dass für die Erhöhung des Wirkungsgrades der Bodenabscheider für Gase müssen die Abmessungen des Modelabscheiders die folgenden Bedingungen erfüllen : die hydraulische Länge des Abscheiders möglichst klein gegenüber die Länge der Tiefpumpe ; die Fläche der Abscheideröffnung möglichst gross und aus kleinen, jedoch vielzahligen Spalten oder Löchern ausgeführt ; der Durchmesser des Abscheiders in dem Querschnitt der Öffnungsfläche möglichst klein.

Mine, Petrol și Gaze, vol. 34, nr. 10, 1983

C.Z. 622.241.5 : 622.831

Avram, L. *Studium des Druckausgleiches bei den Bohrungen mit grossen Durchmessern*

Der Verfasser überprüft die Schwankungen des hydrodynamischen Drucks, als wichtiger Faktor des Ausgleiches Bohrloch- Formationsflüssigkeiten, quantitativ, in einer numerischen Anwendung, bei den Bohrungen mit grossen Durchmessern.

Mine, Petrol și Gaze, vol. 34, nr. 10, 1983

C.Z. 65.012.1 : 553.98

Baltes, N. *Komplexe Laboruntersuchungen über die Bildung der Vorkommen von neogänen Kohlenwasserstoffen (II)*

Mine, Petrol și Gaze, vol. 34, nr. 10, 1983

Revista MINE, PETROL și GAZE este editată de Oficiul de informare documentară pentru industria minieră, București
Calea Victoriei 220, sector I, cod. 71104, C.P. 22–146, telefon 59.29.75.
Tiparul : Intreprinderea poligrafică „Informația" str. Brezoianu nr. 23–25, București, c. 1597

Prețul : 13 lei/exemplar

Corector : Cornelia Popa

Grafica : A. Socaciu

TELEGRAMA ADRESATĂ TOVARĂȘULUI NICOLAE CEAUȘESCU

de participanții la adunarea festivă de la Schela de extracție Boldești

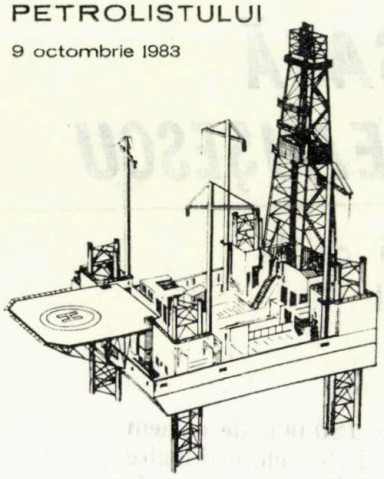
Cu ocazia sărbătoririi „Zilei petrolistului", cei peste 120 000 de oameni ai muncii din industria extractivă de petrol și gaze, animați de cele mai înalte sentimente de stimă, de devotament și dragoste fierbinte față de dumneavoastră, tovarășe secretar general Nicolae Ceaușescu, vă adresează cu profund respect și din tot sufletul calde mulțumiri pentru deosebita grijă, sprijinul și îndrumarea pe care dumneavoastră personal le acordați dezvoltării industriei extractive de petrol și gaze, în vederea creșterii continue a producției de țiței, gaze, gazolină și etan, valorificării superioare a acestora, precum și îmbunătățirii permanente a condițiilor de muncă și de viață ale petroliștilor, ale întregului nostru popor.

Muncind cu abnegație și aplicînd în practică prețioasele indicații date de dumneavostră cu ocazia analizelor activității noastre și a vizitelor de lucru în unități petroliere, am obținut rezultate importante în acțiunea pentru redresarea producției de țiței, pentru realizarea programelor privind forajul și exploatarea sondelor de mare adîncime, creșterea factorului de recuperare a țițeiului din zăcăminte, forajul și exploatarea sondelor marine. Ca urmare a măsurilor și acțiunilor întreprinse, a eforturilor depuse de petroliști pentru realizarea sarcinilor ce le revin din hotărîrile Congresului al XII-lea și Conferinței Naționale ale Partidului Comunist Român, vă raportăm că unități cu o importantă pondere în producția totală de țiței a țării realizează planul producției zilnice de țiței și fac în continuare eforturi, alături de celelalte schele, pentru realizarea planului pe anul 1983 și recuperarea restanțelor.

Au fost intensificate lucrările pentru forajul sondelor și punerea în producție a noi capacități de extracție în zonele de mare productivitate, precum și pentru lichidarea rămînerilor în urmă la forajul de cercetare, creîndu-se astfel condiții pentru realizarea obiectivelor din programele privind creșterea producției de țiței și gaze peste prevederile din cincinal. O deosebită importanță se acordă dezvoltării lucrărilor geologice și de foraj pe platoul continental al Mării Negre, în scopul grăbirii punerii în exploatare a rezervelor de țiței descoperite în această zonă.

Vă raportăm, tovarășe secretar general, că oamenii muncii din schelele și unitățile noastre, toți petroliștii țării au primit cu nemărginită bucurie și deosebită satisfacție noile măsuri de majorare a retribuțiilor personalului muncitor în actualul cincinal și de perfecționare a sistemului de retribuire. Ne angajăm să acționăm cu toată hotărîrea pentru realizarea sarcinilor deosebite ce ne revin nouă, petroliștilor, pentru a ne aduce o contribuție de cea mai mare importanță la progresul întregii noastre economii, la sporirea avuției naționale și asigurarea independenței energetice a țării.

Ziua
PETROLISTULUI
9 octombrie 1983



Dezvoltarea progresului tehnic în industria extractivă de petrol

Perioada de dezvoltare a industriei extractive de țiței și gaze în ultimii ani poate fi caracterizată ca o perioadă științifică, deoarece, pe baza sarcinilor și Directivelor Congresului al XII-lea al P.C.R., acest sector a cunoscut un salt calitativ important, datorită aplicării pe scară largă, în practica industrială, a rezultatelor cercetărilor științifice.

Pentru a satisface mai bine nevoile producției, au fost abordate și rezolvate probleme din toate domeniile ingineriei de petrol, cercetării geologice, forajului, extracției, pregătirii fluidelor pentru transport, ingineriei de zăcămînt, combaterii coroziunii în șantierele de petrol etc., în scopul îmbunătățirii metodelor și procedeelor actuale, al elaborării sau dezvoltării de noi metode și procedee.

Obiectivele principale ale cercetărilor efectuate au fost îndreptate în direcția descoperirii de noi rezerve de hidrocarburi, creșterii rezervelor industriale și a producției de țiței și gaze, reducerii cheltuielilor de producție, reducerii valorii investițiilor și a timpului de recuperare a acestora, astfel încît să se realizeze creșterea extracției și a eficienței economice a producției. Așa cum a fost stabilit la Consfătuirea de lucru de la C.C. al P.C.R. cu cadre din industria de petrol, din martie 1983, la indicațiile tovarășului **Nicolae Ceaușescu** a fost lansată acțiunea de realizare a unei producții de 40 000 tone pe zi pentru traducerea în viață a obiectivlui stabilit de Conferința Națională a P.C.R. privind asigurarea independenței energetice la sfîrșitul actualului cincinal.

La recenta analiză de la Comitetul Central din august 1983, s-a raportat secretarului general că au fost luate toate măsurile pentru ca acțiunea celor 40 000 tone pe zi să devină o realitate pînă la sfîrșitul anului 1983.

În acest sens, tematica de cercetare a rezultat din dificultățile întîlnite în procesele de foraj și exploatare, din observațiile asupra acestora, din necesitatea de promovare a unei tehnici avansate, cu productivitate superioară. În plus, explorarea și exploatarea zăcămintelor situate la adîncimi mari, unde condițiile de temperatură și presiune, precum și caracteristicile formațiunilor productive și ale fluidelor sînt deosebite de cele uzuale, au impus cercetări tehnologice de foraj, prin care să se asigure deschiderea zăcămintelor situate la adîncimi cuprinse între 4 500 și 6 500 m, în condiții eficiente.

În activitatea de explorare, s-a urmărit dezvoltarea lucrărilor menite să sporească rezervele de petrol și gaze, prin punerea în evidență de noi zăcăminte, atît în zonele vechi, cît și în zonele noi. De asemenea, s-a promovat cercetarea geologică la adîncimi mai mari de 3 500 m.

Activitatea de explorare a fost puternic susținută printr-o cercetare științifică de mare amploare, pentru adîncirea gradului de cunoaștere geologică a unităților structurale cu perspective pentru hidrocarburi, prin studii și cercetări stratigrafice-paleontologice, sedimentologice și geochimice, studii geologice complexe pe zone și formațiuni geologice și studii de fundamentare și de calcul al rezervelor de prognoză.

Au fost fundamentate științific și proiectate noi lucrări de prospecțiune și explorare pentru hidrocarburi, s-au executat studii și proiecte de lucrări pe zone restrînse și s-au elaborat studii anuale de sinteză pentru întreg teritoriul țării. S-au îmbunătățit metodele de lucru și interpretare în geologia petrolului, prin studii și cercetări în domeniul investigării în găurile de sondă, și în prospecțiunea gravimetrică, acordîndu-se o atenție deosebită prelucrării automate a datelor.

Au fost elaborate metode de cercetare privind evidențierea și conturarea zăcămintelor ascunse sau de dimensiuni mici, localizarea zăcămintelor de șisturi și nisipuri bituminoase și au fost executate cercetări de geologie marină.

În raport cu caracteristicile geologo-fizice ale structurilor, s-au conceput noi construcții de sonde prin care să se asigure străbaterea, cu maximum de siguranță, a formațiunilor, evitarea pierderilor de fluide și realizarea unor sonde în care să se poată executa toate încercările de punere în producție și de extracție a țițeiului sau gazelor. Pentru realizarea acestor construcții, a fost necesară asimilarea unor noi tipuri de burlane de tubaj, precum și aplicarea unor calcule complexe de întocmire a profilelor cu un minim de consum de oțel pe metru forat. De asemenea, în raport cu noile construcții adoptate, s-au conceput și asimilat noi tipodimensiuni de sape, carotiere, prăjini grele, stabilizatori, garnituri de foraj, prăjini de antrenare, cu care să se asigure, în mod eficient, procesul de dislocare a rocii, spălarea tălpii sondei și evacuarea detritusului, realizarea stabilității pereților găurilor de sonde.

În scopul realizării parametrilor tehnologici de foraj, corespunzător condițiilor de presiuni și temperaturi ridicate, s-au sintetizat și elaborat aditivi pentru fluidele de foraj termostabile și paste de ciment, care să ofere calitățile reologice, fizico-chimice și mecanice impuse de condițiile forajului la mare adîncime.

Cercetările întreprinse pentru elaborarea noilor construcții de sonde, a aditivilor și pastelor de ciment, s-au efectuat cu cele mai moderne mijloace de investigare printre care se citează : mașini electronice de calcul pentru întocmirea profilelor de tubaj, consistometre pentru măsurarea parametrilor reologici ai pastelor de ciment, reometre înregistratoare pentru precizarea proprietăților reologice ale fluidelor de foraj etc.

Faptul că în mod obișnuit din țițeiul aflat în zăcămînt se poate obține numai o mică parte, procentul de recuperare fiind deci redus, depășind în puține cazuri 30%, a făcut să se dezvolte cercetările privind posibilitatea măririi acestei recuperări. În acest fel, studierea și aplicarea unor metode de injecție de fluide în stratele petrolifere a condus la creșterea rezervelor industriale de țiței prin creșterea procentului de recuperare pînă la dublu. Preocupările continue de mărire a recuperării țițeiului din zăcăminte, cu scopul final de a extrage cît mai mult din rezerva de țiței, au necesitat perfecționarea actualelor metode și elaborarea de noi metode și procedee de exploatare.

Îmbinarea în permanență a celor două laturi esențiale ale activității de producție și anume asigurarea recuperării maxime a țițeiului cu realizarea unui preț de cost cît mai scăzut a constituit scopul principal al activității de cercetare a exploatării zăcămintelor de hidrocarburi din țara noastră. Cercetările teoretice și de laborator efectuate la institut au condus la asigurarea unei eficiențe sporite a proceselor de injecție de apă sau gaze.

Au fost aduse importante contribuții la dezvoltarea unor noi metode și aspecte legate, în special, de influența vitezei de curgere a fluidelor în zăcămînt, a îmbunătățirii raportului mobilității și a distanței între sonde asupra recuperării. Aplicarea în șantiere a rezultatelor acestor cercetări a permis intensificarea ritmului de exploatare și obținere a unor factori de recuperare mai mari de 40%. Contribuții s-au adus și în privința îmbunătățirii metodelor de prevedere a exploatării cu împingere de apă la zăcămintele aflate într-o fază nu prea avansată a exploatării, luarea în considerare a efectului gravitației în calculele de prevedere în cazul stratelor cu înclinare mare etc. O contribuție de seamă a fost adusă în direcția luării în continuare în calculele de inginerie de petrol a neuniformității stratelor, astfel încît prevederile de comportare să se apropie cît mai mult de comportarea reală.

În privința metodelor moderne de exploatare a zăcămintelor, se menționează aplicarea, cu un deosebit succes, a metodei de combustie subterană, în scopul creșterii substanțiale a recuperării din zăcămintele conținînd țițeiuri foarte vîscoase. Pe baza cercetărilor proprii se aplică în șantiere experimentei de injecție de apă cu polimeri și de dislocuire cu bioxid de carbon, miscibilă și nemiscibilă. Celelalte metode chimice sînt în stadiul începerii experimentări în șantier.

Prin aplicarea tuturor metodelor moderne de exploatare a zăcămintelor de țiței, s-au obținut în ultimii ani sporuri importante ale rezervelor de hidrocarburi, respectiv creșterea producției pe seama acestor metode, precum și reducerea timpului de recuperare a investițiilor.

Avînd însă în vedere faptul că extracția țițeiului se face prin sonde, fapt ce face ca studierea aspectelor fizice ale curgerii țițeiului prin zăcămînt să nu fie suficientă, s-au dezvoltat cercetările privind forajul sondelor, astfel încît să se obțină, cu eforturi financiare cît mai reduse, sonde cît mai „curate" (care să nu fie afectate în timpul forajului) și care să permită o extracție cît mai mare de țiței și gaze, precum și acelea privind tehnologia de extracție și de stimulare a producției.

Forajul sondelor reprezintă de fapt o investigație, cu o pondere deosebită în industria extractivă și de aceea efortul a fost îndreptat spre găsirea de mijloace de reducere a prețului forajului.

Studiind interacțiunea dintre fluidele de foraj și rocă, caracteristicile de dislocuire a acesteia, condițiile de maximă avansare și găsind cele mai corespunzătoare soluții tehnice, s-au putut obține reduceri ale prețului forajului. Corelarea diferiților factori care influențează viteza de foraj în scopul obținerii unei combinații optime, respectiv care să asigure satisfacerea cerințelor de maxim de viteză cu minim de cheltuieli, într-un cuvînt optimizarea procesului de foraj, va duce, de asemenea, la micșorarea cheltuielilor de foraj.

O problemă esențială în extracție, care a constituit centrul atenției în cercetare și în jurul căreia a fost concentrat un efort apreciabil, este problema realizării unui debit potențial cît mai mare. În acest sens, metode și procedee de prevenire și combatere a viiturilor de nisip, utilaje de extracție perfecționate pentru gazlift sau pompaj, ca și operații de stimulare a producției, din care

fisurarea hidraulică în primul rînd, au fost analizate şi aplicate cu mult succes, contribuind la punerea în valoare a rezervelor industriale în timpul cel mai scurt, la obţinerea unor importante plusuri de producţie şi la reducerea cheltuielilor de producţie.

În domeniul pregătirii fluidelor pentru transport, efortul a fost îndreptat spre obţinerea unor substanţe care să permită dezemulsionarea ţiţeiului la nivelul produşilor străini de mare eficacitate la un preţ convenabil. Procedeele moderne de dezbenzinare şi deshidratare a gazelor şi gazolinei au fost studiate şi sînt aplicate pe scară mare în toate şantierele.

Creşterea adîncimii sondelor a pus probleme deosebite la efectuarea operaţiilor de punere în producţie şi stimulare a sondelor. Existenţa unor presiuni şi temperaturi ridicate, precum şi a unor agenţi corosivi, a necesitat efectuarea de cercetări complexe în direcţia elaborării unor noi tehnologii şi utilaje adecvate condiţiilor menţionate.

Paralel cu activitatea de rezolvare a problemelor curente ale producţiei, de satisfacere a necesităţilor acesteia privind progresul tehnic, s-a desfăşurat o activitate de prestaţii ştiinţifice, România fiind printre puţinele ţări cu industrie petroliferă care dispune de aparatură necesară, calitativ şi cantitativ, pentru executarea oricăror prestaţii ştiinţifice la cel mai bun nivel.

În perspectivă, orientarea cercetărilor va fi aceeaşi, urmărind însă un contact mai strîns cu producţia, respectiv obţinerea ideilor de cercetare din partea celor care lucrează nemijlocit în diferitele sectoare de activitate. De asemenea, avînd în vedere tendinţele actuale din lume, efortul va fi concentrat spre soluţionarea tuturor problemelor puse de exploatarea zăcămintelor aflate la mare adîncime, spre obţinerea unor sonde de extracţie cît mai „perfecte" şi echipate în aşa fel, încît intervenţiile să fie cît mai mari şi cît mai scurte, spre realizarea unor potenţiale de producţie cît mai mari, pentru a putea aplica în condiţii economic avantajoase metodele cele mai eficiente de mărire a procentului de ţiţei extras şi contribui la asigurarea cerinţei de bază pusă de partid, de secretarul său general în faţa petroliştilor, realizarea independenţei energetice a ţării.

Tehnologii îmbunătăţite de extracţie la Mina Deva

Ing. **C. Nichitean**

Centrala minereurilor Deva

I. Generalităţi

Zăcămîntul Deva, a cărui existenţă a condus la înfiinţarea Exploatării miniere Deva în anul 1952, este de origine hidrotermală, fiind cantonat în andezite brecifiate, întreţesute de o reţea foarte deasă de fisuri. Mineralizaţia este constituită din sulfuri cuprifere (calcopirită, bornit, covelină şi calcozină) dispuse în formă de plajă pe fisuri şi impregnaţii fin disiminate în masa andezitului.

Accesul la zăcămîntul în formă de stoc vertical, cu o suprafaţă medie de 12 500 m², s-a realizat printr-un puţ de extracţie combinat cu o galerie de coastă (lungime 3,5 km) prin care se face legătura cu uzina de preparare. Pentru exploatare s-au creat 10 nivele, cu distanţa pe verticală la început de 30 m, ulterior de 50 m şi în prezent de 70 m, prin care zăcămîntul se împarte în blocuri (fig. 1).

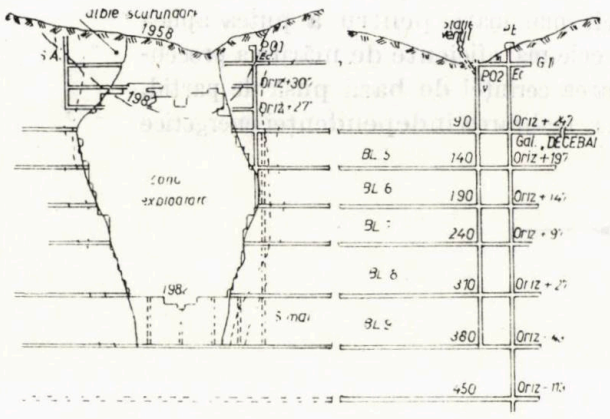


Fig. 1. Profil vertical prin Mina Deva

Extracţia minereului se realizează prin metoda descendentă cu surpare în subetaje de 10 m înălţime, generalizată începînd cu anul 1973.

II. Lucrări de deschidere

Deschiderea unui orizont (bloc) în vederea exploatării prin metoda de exploatare cu surpare în subetaje la Mina Deva (fig. 2) constă în :

— adîncirea puţului de extracţie şi a celui de aeraj, urmată de săparea circuitului automotor la puţ ;

— săparea galeriei de legătură între circuitul puţului şi zăcămînt ;

— săparea galeriei de centură amplasată în steril, la circa 50 m de conturul mineralizaţiei (pentru a nu fi afectată de surpare), din care

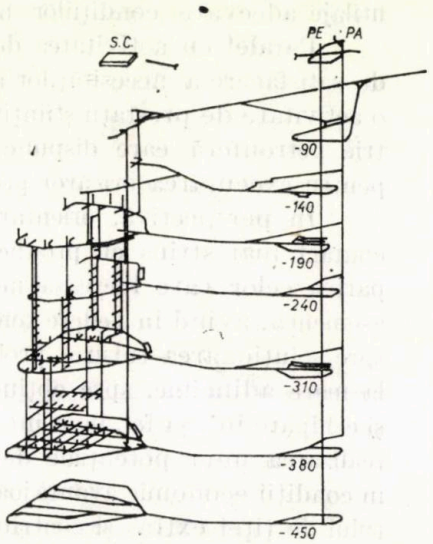


Fig. 2. Schema de deschidere

se execută suitorii pentru transportul materialelor, utilajelor, personalului şi circulaţia aerului ;

— galerii direcţionale trasate paralel cu axa lungă a zăcămîntului din care se execută rostogoale pentru colectarea producţiei la distanţă de circa 20 m unul de altul.

Indicele lucrărilor de deschidere este de circa 1,5 m/1 000 t.

III. Lucrări de pregătire

Pentru aplicarea metodei, înălţimea de 70 m a unui orizont se împarte în şapte felii (subetaje) de 10 m.

Lucrările de pregătire la nivelul unei felii (fig. 3) constau din :

— galerii transversale de subetaj orientate NS, care creează accesul între suitorii plasaţi pe galeria de contur şi zăcămînt ;

— preabataje direcţionale orientate SV (două marginale şi unul median) ;

— preabataje transversale executate din cele direcţionale la distanţă de 10 m ax de ax.

Profilul de săpare este trapezoidal, de 8,2 m², şi este susţinut în lemn, cu cîmpuri de 1 m.

Galeriile de preabataj sînt dispuse tangent la rostogolurile de minereu, alternînd pe verticală de o parte și de alta a acestora (șah). Pentru

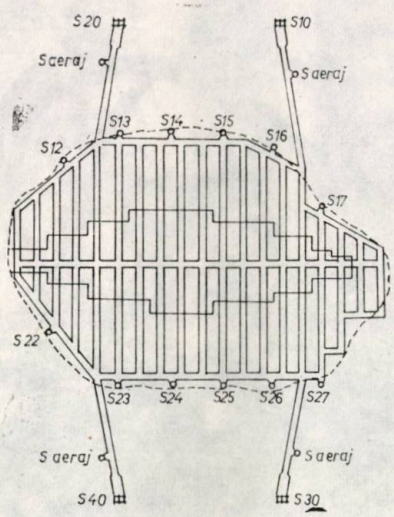


Fig. 3. Schema de pregătire și exploatare a unei felii

pregătirea unei felii se execută circa 2 000 m galerii de preabataj din care 15% în rocă sterilă. Consumul de lemn de mină este de 0,75 m³/m, iar cel de exploziv este de circa 10 kg/m. Indicele lucrărilor de pregătire este de 5,5 m/1 000 t rezervă felie.

IV. Lucrări de abataj

Exploatarea la nivelul unei felii pornește de la mijlocul zăcămîntului, prin perforarea, împușcarea și surparea tavanului galeriei de preabataj direcționale de la centru, spre est și vest. În continuare, surparea începe din galeriile de preabataj transversale în retragere spre nord și sud, după fiecare pas urmînd evacuarea minereului și confecționarea paravanului de protecție.

Perforarea se realizează cu perforatoare tip PG—80, montate pe cărucioare autotractate tip Deva, cu sfredele cu cap detașabil, avînd diametrul de 53 mm, în roci de categoriile III—IV și la presiunea aerului comprimat de 5—6 atm.

Pasul de retragere este de 1,7 m și se realizează prin 17 găuri dispuse în evantai, pe un singur rînd (în același plan) la perete și tavan (fig. 4).

Ca exploziv se folosește prioritar nitramoniul, iar în lipsa acestuia dinamita II. Aprinderea se realizează cu ajutorul capselor electrice cu întîrziere cu reofori lungi de 5 m.

Paravanul de protecție se execută pentru prevenirea scurgerii blocurilor de minereu pe taluz și pentru evitarea umplerii preabatajului cu material, la cadrul imediat următor tronsonului ce se împușcă, din bile de lemn așezate în spatele cadrului de la înălțimea de 0,8—1 m de vatră. Confecționarea corespunzătoare a acestor paravane de protecție constituie și o condiție de bază pentru reducerea diluției.

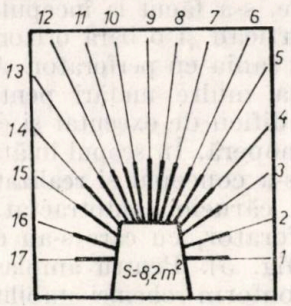


Fig. 4. Modul de amplasare a găurilor la subetaje

Aerajul se face prin tuburi cu diametrul de 400—500 mm și ventilatoare (pneumatice și electrice). Încărcarea și transportul minereului din abataje la rostogoluri se face cu mașinile de încărcat cu siloz tip MIS—1 P. Blocurile supragabarite, cînd apar, se sparg cu barosul, ciocanul de abataj sau prin împușcarea cu găuri scurte. Apariția sterilului la evacuare conduce la sistarea încărcării și se recunoaște după granulația mai mică a materialului care conține bucăți de rocă cu colțurile rotunjite datorită rulării.

Aprecierea oportunității opririi încărcării se face și după volumul de minereu existent în tronsonul împușcat.

Pentru asigurarea permanentă a liniei de abataj necesare realizării planului de minereu și metal, se lucrează concomitent la mai multe felii de subetaj (o felie în lichidare, o felie în exploatare integrală, o felie în faza de început și o felie în pregătire).

Linia de front a celor trei subetaje în exploatare este decalată cu 10 m una de alta, din motive de protecție a muncii.

La nivelul orizontului de bază, încărcarea din rostogoluri se face în vagonete, tractate de locomotive electrice. Gurile de rostogol sînt confecționate din tablă de 8 mm și acționate pneumatic.

Prin aportul specialiștilor din cadrul C.M. Deva, E.M. Deva și I.C.I.T.P.L.C.I.M. Deva, metoda de exploatare aplicată, în cei 10 ani de la generalizare, a suferit o serie de perfecționări ce au condus la reducerea efortului fizic și la creșterea productivității muncii în abataj. Acestea se referă la perforarea găurilor, încărcarea acestora cu exploziv, burarea lor, creșterea vitezei de săpare a lucrărilor de pregătire și îmbunătățirea transportului muncitorilor și materialelor în abataj.

V. Îmbunătățiri aduse tehnologiei de lucru la extracția subetajelor

În timpul aplicării acestei metode, prin experimentările efectuate, s-a ajuns să se reducă

numărul găurilor de la 23, stabilite inițial, la 17 în prezent, urmărindu-se ca distanța între ele, la partea superioară, să nu depășească 1,3 m.

Realizarea găurilor de mină, conform schemei de amplasare, s-a făcut la început utilizîndu-se doi stîlpi verticali și o bară orizontală, pe care era montată sania cu perforator. Această instalație necesita multe mutări pentru realizarea evantaiului, dificil de executat și cu un consum mare de manoperă. În scopul înlăturării acestor neajunsuri, s-a conceput și realizat, în atelierul unității, un cărucior autotractat, echipat cu sanie și perforator, cu care s-au dotat locurile de muncă (fig. 5). Pentru amplasarea corectă a găurilor, conform schemei stabilite, căruciorul

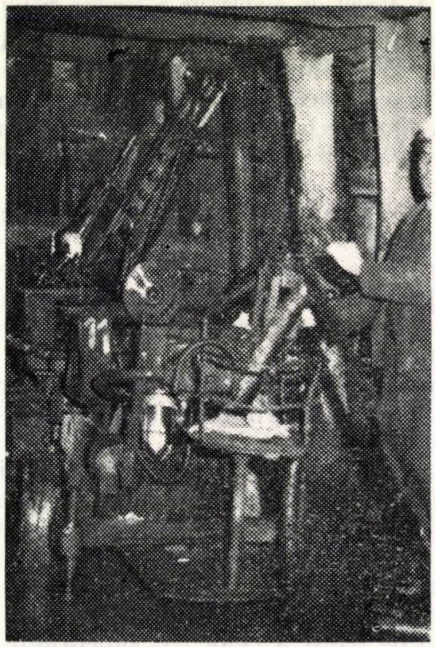


Fig. 5. Instalație de perforat găuri în abataj, montată pe sanie

de perforat este dotat cu un disc solidarizat cu brațul de calare al perforatorului. Pe disc sînt practicate găuri și, cu ajutorul unui bolț, se blochează discul, corespunzător găurii (numerotate) ce se perforează. Perforarea corectă a găurilor din evantai, după disc, impune montarea căruciorului de perforat pe o vatră orizontală.

Utilizarea, pentru operația de împușcare, a explozivului granular (nitramon) a impus realizarea unui dispozitiv de încărcare mecanizată, care se folosește cu bune rezultate începînd cu anul 1978 (fig. 6). Dispozitivul are capacitatea de 20 l, este acționat pneumatic și poate fi transportat de un muncitor de la un loc de muncă la altul. Executarea operației de încărcare a celor 17 găuri aferente unui pas de retragere durează 20—30 min și se execută de către trei persoane. Debitul efectiv de încărcare a nitramonului este de 20 kg/min.

Cantitățile de exploziv și buraj necesare pentru fiecare gaură în funcție de lungime sînt stabilite pe baza unui tabel care completează

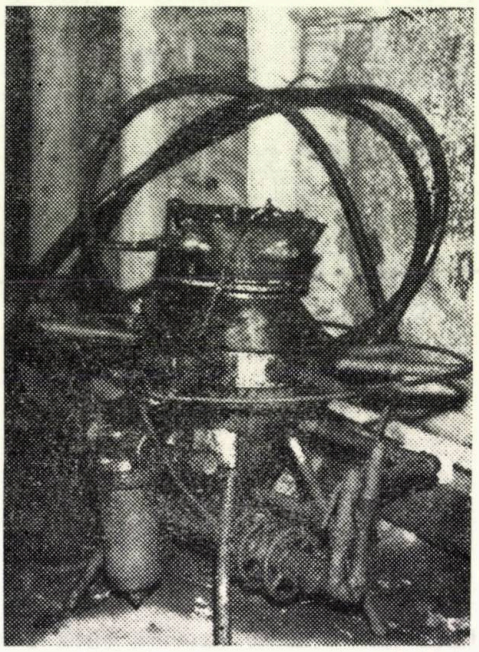


Fig. 6. Dispozitiv pentru încărcarea explozivului granular

instrucțiunile de lucru ale artificierilor. Consumul mediu de exploziv total este de 120 kg nitramon plus 15,6 kg dinamită pentru amorsare. Cînd se folosește numai dinamită, consumul total este de 75 kg.

Pentru executarea burajului necesar în abataje, s-a confecționat un dispozitiv manevrat pneumatic care modelează argila la dimensiunile solicitate.

VI. Indicatori tehnico-economici

Prin îmbunătățirile aduse metodei s-au obținut următorii indicatori tehnico-economici și parametri:

- productivitatea fizică în abataj, 17,2 t/post;
- consum exploziv, echivalent trotil, 0,362 kg/t
- consum specific lemn, 3 m³/1 000 t
- consum specific energie electrică, 17 kW/t
- grad de mecanizare, 96%
- indice lucrări deschideri și pregătiri, 7 m/1 000 t
- diluție, 10—15%
- lungimea găurilor/evantai, 95 m
- număr de evantaie împușcate/salt, 1
- cantitatea de minereu rezultat la o împușcare normală, 400 t
- amplasarea galeriilor de preabataj pe verticală, șah,

VII. Îmbunătățirea tehnologiei de săpare a suitorilor

Pentru creșterea vitezei de executare a celor circa 2 350 m de suitori și rostogoluri aferente unui bloc s-a generalizat, cu bune rezultate, săparea suitorilor prin metoda cu găuri lungi.

Tehnologia de săpare a suitorilor prin această metodă constă în perforarea găurilor, descendent, după o anumită schemă de amplasare între 2 nivele (circa 35 m) și împușcarea lor ascendent pe tronsoane de 2—4 m.

Echipamentul folosit pentru perforare este format dintr-un cadru compus din patru coloane solidarizate cu țevi și bacuri și un perforator greu montat pe sanie. Tijele folosite sînt cele cu lungimi de 1,2—1,8 m îmbinate în mufe, iar capetele detașabile au diametrul de 52—54 mm. Înainte de începerea perforării găurilor se controlează, cu nivela, verticalitatea saniei și perforatorului. Pentru a reduce devierile găurilor, pe prima tijă se montează un tub de ghidare cu un diametru mai mic cu 2—3 mm decît diametul capului detașabil.

La începutul perforării se acționează cu un avans redus asupra perforatorului pînă ce tija cu tubul de ghidare pătrunde în rocă circa 15—20 cm, apoi se continuă perforarea normal prin adăugare de tije, pînă la străpungerea găurii la orizontul inferior.

După terminarea perforării tuturor găurilor pe lungimea de 35 m, înainte de a se trece la operația de împușcare, se determină devierea găurilor pentru a se stabili ordinea lor de împușcare. Găurile se astupă la partea inferioară cu bucăți de furtun cu lungimea de 40 cm la care, pentru a le reduce rigiditatea, se taie longitudinal o fișie din perete, lăsîndu-se întregi numai capetele. Peste aceste dopuri de la partea superioară se introduce, prin cădere liberă, în fiecare gaură buraj din argilă, pe o lungime de 20—30 cm. Încărcătura de exploziv peste buraj este de 2—4 m, funcție de comportarea la rupere a andezitului.

Se urmărește, în mod obligatoriu, ca încărcătura de exploziv să fie în toate găurile pînă la același nivel. O denivelare a încărcăturilor de explozivi produce în timpul exploziei o distrugere și înfundare a găurilor vecine. Ca material exploziv se folosește dinamită II în cartușe de 200 g, introduse în tuburi de carton de 1 m lungime, care se coboară în gaura de mină, legate de conductorii de împușcare. Cu reoforii capsei electrice se face o legătură în jurul tubului încărcat cu exploziv, iar în continuare se adaugă la reofori, conductorii de împușcare, care vor ajunge la partea superioară a suitorului. Încărcătura de exploziv folosită este de 1,2—1,6 kg/m de gaură. Controlul lungimii de gaură încărcată cu exploziv se face cu ajutorul unui fir cu greutate de cupru, măsurînd în acest caz lungimea firului de la încărcătura de exploziv pînă la partea de sus a suitorului. Urmează burarea cu argilă pregătită sub formă de cartușe, a tuturor găurilor, pe o înălțime de 1,3—1,6 m. Peste buraj, înainte de declanșarea exploziei, se introduce apă de la rețea pînă la partea superioară a găurii.

După împușcare și după ce frontul a fost aerisit se controlează găurile cu ajutorul unei greutăți legate de un cablu. Găurile găsite înfundate se reforează cu ajutorul perforatorului care rămîne tot timpul montat pe instalație și care se demontează înaintea ultimului salt care străpunge suitorul. Metoda aplicată oferă condiții de securitate deplină în timpul lucrului, un preț de cost mai redus cu circa 800 lei/m și viteze de 35 m/lună și instalație, în trei schimburi cu doi muncitori pe schimb. Pentru perforare se folosește perforatorul PK—60. Pentru rostogolurile și suitorii săpați la E.M. Deva (profile 4,6 și 7,2 m²) se perforează între 17 și 19 găuri, realizîndu-se viteze de 30—40 m de gaură/schimb. În cazul cînd suitorul necesită susținere, acesta se umple cu steril sau minereu și, pe măsura golirii, se susține în lemn sau prefabricate din beton.

Pentru transportul materialelor explozive și al muncitorilor s-a echipat un suitor cu ascensor cu o capacitate de 500 kg, care circulă pe înălțimea etajului (70 m) în extremitatea nordică a zăcămîntului și este în curs de amenajare un altul în partea sudică.

În continuare se urmărește îmbunătățirea indicatorilor prin creșterea înălțimii subetajului și modificarea schemei de amplasare a găurilor de mină la fronturile de subetaj.

Stabilirea unor parametri constructivi ai susținerilor mecanizate cu ajutorul nomogramelor

Prof. dr. doc. ing. **I. N. Constantinescu**,
prof. dr. ing. **N. Iliaș**
ing. **Al. Bogdan**
Institutul de Mine Petroșani

În proiectarea unui utilaj minier cu geometrie variabilă sînt necesare, în general, o serie de calcule de rutină privind determinarea dimensională a unor parametri, funcție de condițiile geologo-miniere, tipodimensiunile și caracteristicile utilajelor cu care acesta se corelează în lucru.

În cazul susținerilor mecanizate proiectarea este condiționată de:

— condițiile geologo-miniere;
— forma și dimensiunile zăcămîntului;
— proprietățile fizico-mecanice ale rocilor înconjurătoare;
— regimul de presiune;
— condițiile tehnologice;
— forma susținerii și distanța la care lucrează față de frontul de lucru;
— rigiditatea construcției susținerii;
— succesiunea operațiilor din abataj;
— modul de dirijare a presiunii miniere;
— utilajele cu care aceasta lucrează în complex etc.

În baza metodologiilor de calcul prezentate în revista Mine, Petrol și Gaze nr. 7/1981 și 2/1982 ne-am propus întocmirea unor nomograme care să permită stabilirea unor parametri constructivi ai susținerilor mecanizate cu scut articulat direct la talpă (fig. 1).

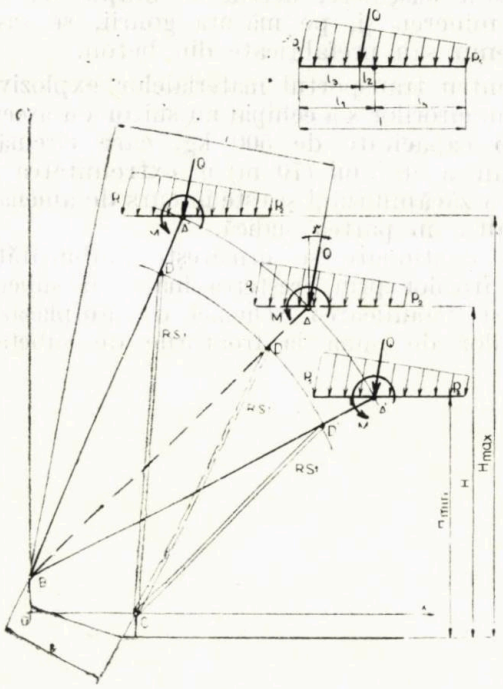


Fig. 1

Parametrii considerați, prestabiliți și calculați, au fost următorii.

Parametrii prestabiliți

— distanța dintre punctul de articulație al scutului de talpă și al stîlpului la scut, $r = RM$;
— distanța dintre punctul de articulație al scutului la talpă și al scutului la grindă, R;
— ordonata punctului de articulație al scutului la talpă, $c = C$;
— tangenta unghiului de frecare $\gamma TG = \mathrm{tg}(\gamma)$;
— abscisa punctului de articulație al stîlpului la talpă, $b = B$;
— lungimea grinzii, $l = LG$;
— distanța de la capătul grinzii la punctul de reducere al forțelor de presiune, $l_1 = L_1$;
— unghiul format de direcția scutului cu verticala, $\varphi = FI(I)$.

Parametrii calculați

— forța de reazem la sarcina de pretensionare, $A_0 = AO$;
— forța de reazem la sarcina portantă, A;
— brațul forței A_0, $f_0 = FO$;
— brațul forței A, $f = F$;
— sarcina de pretensionare a stîlpului, $P_0 = PO$;
— portanța nominală a stîlpului, $P_N = PN$;
— brațul forței din stîlp, $e = E$;
— abaterea grinzii față de linia frontului, $g = G(I)$;
— reacția din stîlpi, RSt;
— înălțimea de lucru a secției, $H = HM(I)$;
— valoarea maximă a reacției din stîlpi, $RSt_{max} = RSTMAX$;
— portanța minimă necesară a stîlpului, $PSTMIN = PSt_{min}$.

Schema logică utilizată în determinarea unor parametri constructivi ai susținerilor mecanizate cu scut articulat direct la talpă este prezentată în figura 2.

Valorile corespunzătoare datelor de intrare sînt prezentate în tabelul 1; ele sînt bazate pe caracteristicile tehnice ale unor susțineri mecanizate experimentate în Valea Jiului și măsurători de presiune în stratul 3.

Pentru presiunea minieră s-a considerat următoarea lege de distribuție [4] pe grinda de susținere:

$$F_{(x)} = 158{,}112 + 113{,}750x,\ \mathrm{kN/m},$$

unde x reprezintă distanța față de frontul de lucru, în m.

Pentru coeficienții de multiplicare ai reacției din stîlp s-au considerat valorile:

$$k_1 = 1{,}15;$$
$$k_2 = 1{,}60,$$

Tabelul 1

Simbol	U/M	Valoarea		
		minimă	maximă	pasul
RM	m	1,930	2,330	0,200
R	m	0,700	0,800	0,100
C	m	0,130	1,400	0,100
LG	m	2,800	3,100	0,300
$FI(I)$	grd.	30	70	5
$P(J)$	kN	600	1 400	200
Pl	kN	158,112	—	—
TG	—	0,300	—	—
$GAMA$	grd.	16,69924	—	—
N	buc.	2	—	—
k_1	—	1,15	—	—
k_2	—	1,6	—	—
$DELTAH$	m	0,400	—	—

unde :

k_1 este un coeficient ce ţine seama de suplimentarea solicitării din stîlp datorită presiunii ce acţionează asupra elementului îngrăditor (scut), precum şi de faptul că stîlpii secţiei sînt solicitaţi neuniform; are valori cuprinse între 1,1 şi 1,3. Acest coeficient caracterizează regimurile normale de funcţionare ale susţinerii abatajului;

k_2 este un coeficient de siguranţă ce ţine seama de solicitările dinamice asupra susţinerii, precum şi de creşterile de presiune datorate staţionării abatajului ca urmare a unor avarii; are valori cuprinse între 1,5 şi 1,8. Acest coeficient caracterizează regimurile anormale de funcţionare a susţinerii abatajului.

Portanţa nominală a stîlpilor s-a determinat pentru cazul de solicitare cel mai defavorabil, respectiv în funcţie de reacţia maximă din stîlp şi multiplicată cu coeficienţii de corecţie k_1 şi k_2 :

$$P_N \geq k_1 k_2 RSt_{max}.$$

Datorită modului de algoritmizare al problemei, aceasta se pretează la o abordare prin intermediul sistemelor de prelucrare automată a datelor.

S-au analizat un număr de 54 tipodimensiuni de susţineri mecanizate, acoperind o înălţime de lucru cuprinsă între 1,90 şi 3,90 m şi o portanţă specifică între 340 şi 660 kN/m².

În tabelul 2 sînt prezentate datele obţinute pentru tipodimensiunea avînd :

— înălţimea de lucru, 1,9—3,1 m;
— portanţa nominală, $2 \times 1\,200$ kN;
— sarcina de pretensionare, $2 \times 1\,020$ kN;
— portanţa specifică, 428 kN/m²;
— reacţia maximă în stîlp, 573,3 kN;
— portanţa minimă necesară, $2 \times 1\,054{,}8$ kN.

Deoarece, chiar şi numai orientativ, stabilirea unor parametri ai susţinerilor mecanizate nece-

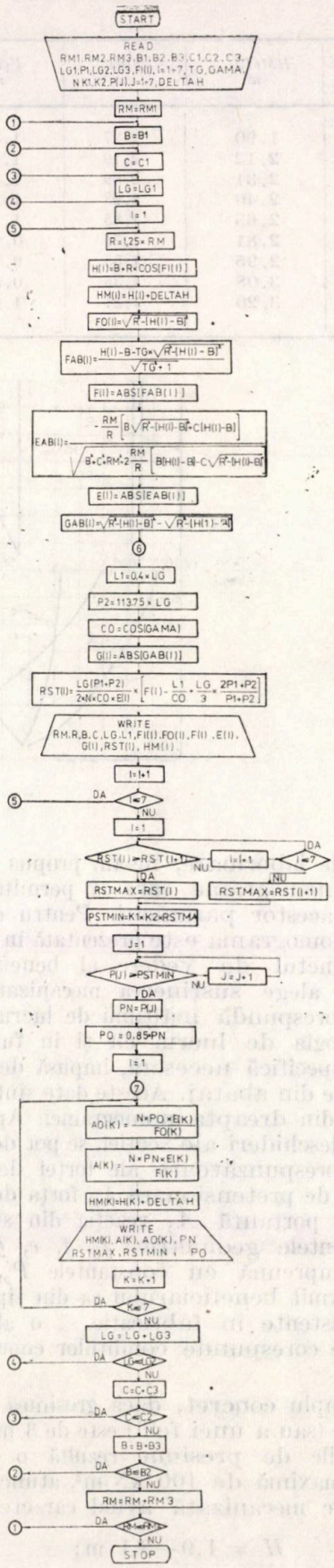


Fig. 2

Tabelul 2

FI(I), grd	*HM(I)*, m	*FO(I)*, m	*F(I)*, m	*E(I)*, m	*G(I)*, m	*AO(K)*, kN	*A(K)*, kN	*RSt(I)*, kN
70	1,90	2,27	1,802	1,463	0,000	1 317,1	15 017,8	575,3
65	2,12	2,19	1,655	1,445	0,364	1 348,7	1 724,4	506,4
60	2,31	2,09	1,496	1,421	0,531	1 387,9	1 983,4	442,2
55	2,40	1,98	1,325	1,392	0,686	1 437,4	2 318,5	380,6
50	2,65	1,85	1,145	1,358	0,828	1 500,1	2 770,1	321,2
45	2,81	1,71	0,955	1,321	0,956	1 580,5	3 412,9	263,8
40	2,95	1,55	0,759	1,280	1,070	1 684,9	4 403,4	208,3
35	3,08	1,38	0,556	1,236	1,167	1 823,3	6 131,1	154,4
30	3,20	1,21	1,655	1,189	1,247	2 012,1	9 919,2	102,1

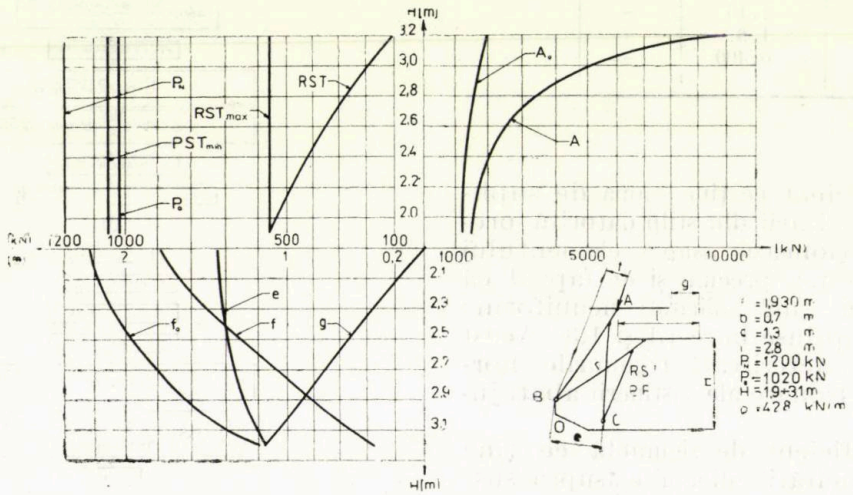


Fig. 3

sită calcule laborioase, ne-am propus întocmirea unor nomograme care să permită citirea directă a acestor parametri. Pentru exemplul anterior, nomograma este prezentată în figura 3.

Din punctul de vedere al beneficiarului, acesta își alege susținerea mecanizată astfel încît să corespundă înălțimii de lucru impusă de tehnologia de lucru, cît și în funcție de portanța specifică necesară, impusă de regimul de presiune din abataj. Aceste date sînt înscrise în caseta din dreapta nomogramei. Apoi, pentru orice deschideri ale secției, se pot determina valorile corespunzătoare ale forței de reazem la sarcina de pretensionare A_0, forța de reazem la sarcina portantă A, reacția din stîlp RSt sau elementele geometrice f_0, f, e, g. Toate acestea, împreună cu constantele P_p, P_N, r, b, c, l, permit beneficiarului ca din tipodimensiunile existente în fabricație să o aleagă pe aceea care corespunde condițiilor concrete din subteran.

Ca exemplu concret, dacă grosimea maximă a stratului (sau a unei felii) este de 3 m, iar din măsurătorile de presiune rezultă o presiune specifică maximă de 400 kN/m², atunci alegem o susținere mecanizată avînd caracteristicile:

$$H = 1{,}9-3{,}1 \text{ m};$$

$$p = 428 \text{ kN/m}^2.$$

Corespunzător deschiderii $H = 3$ m, avem:

$A_0 = 1\,800$ kN; $P_0 = 1\,020$ kN;

$A = 5\,300$ kN; $P_N = 1\,200$ kN;

$RSt = 200$ kN; $r = 1{,}93$ m;

$f_0 = 1{,}4$ m; $b = 0{,}7$ m;

$f = 0{,}6$ m; $c = 1{,}3$ m;

$e = 1{,}2$ m; $l = 2{,}8$ m.

$g = 1$ m;

Din punctul de vedere al celui care exploatează susținerea mecanizată, cunoașterea caracteristicii acesteia (variația forțelor A_0, A, RSt) permite ca, prin confruntare cu indicația manometrelor cu tijă, să tragem concluzii asupra regimului de presiune din abataj.

Cunoașterea variației abaterii grinzii față de linia frontului g atrage atenția la variații bruște ale înălțimii de lucru, asupra oportunității și frecvenței pășirilor pentru ca tavanul rămas dezvelit să nu ducă la situații periculoase.

Din punctul de vedere al proiectantului, nomogramele pun la dispoziția acestuia valorile dimensionale ale elementelor constructive ale susținerii mecanizate și portanța minimă necesară a stîlpilor, astfel încît să fie satisfăcute condițiile impuse prin tema de proiectare (înălțime de lucru, portanță specifică etc.), această alegere fiind întotdeauna însoțită de un calcul de verificare.

În același mod problema se poate extinde și asupra altor tipuri constructive de susțineri mecanizate și considerăm utilă concentrarea tuturor acestor nomograme într-un catalog.

Bibliografie

[1] Constantinescu, I., Darabont, A., Mereț, N. *Mecanica mașinilor și a instalațiilor miniere și de preparare*. Ed. tehnică, 1977.

[2] Iliaș, N., Surulescu, D., Bogdan, Al. *Metodologia de determinare a stării de maximă solicitare la susținerile mecanizate cu elemenți îngrăditori articulați direct la talpă*. Mine, Petrol și Gaze, nr. 7, 1981.

[3] Iliaș, N., Surulescu, D., Bogdan, Al. *Determinarea stării de maximă solicitare la susținerea mecanizată SMA—1 în condiiile stratului 3 Valea Jiului*.

[4] Scroban, Al. *Susținere mecanizată pentru Valea Jiului*. Teză de doctorat, Petroșani, 1976.

Analiza condițiilor hidrogeologice care au contribuit la declanșarea alunecării din cariera Gîrla

Dr. ing. **Fl. Zamfirescu**, ing. **Dl. Serădeanu**
Universitatea București

I. Introducere

Asigurarea stabilității haldelor de steril realizate în perimetrul carierelor de cărbuni, problemă de stringentă actualitate, este legată, în mod direct, de prezența și circulația apei în materialul haldat. Introducerea în calcul a influenței factorului hidrogeologic asupra stabilității taluzurilor necesită cunoașterea spectrului hidrodinamic al acviferelor din materialul haldat și a vitezelor reale de curgere a apelor subterane.

Precizarea condițiilor hidrogeologice pe baza acestor elemente s-a realizat cu bune rezultate prin coroborarea metodelor piezometrice și radiometrice, în cazul alunecării treptei inferioare a haldei de steril din cariera Gîrla.

Pentru conturarea condițiilor hidrogeologice în zona haldei de steril din cariera Gîrla s-au executat patruzeci și șapte de piezometre cu diametru mic, amplasate cît mai uniform și înfipte în teren cu ajutorul unor vibrosonete. De asemenea, s-au montat două mire hidrometrice pe canalul regularizat al Jiului și una pe lacul Cicani, și s-au efectuat măsurători radiometrice în opt stații (fig. 1). În sistemul de mire și piezometre s-au efectuat măsurători ale cotei nivelului apelor de suprafață și subterane în perioada 25 martie — 21 mai 1977. Prin aceste măsurători s-a identificat un a c v i f e r f r e a t i c u n i c cantonat în depozitele aluvionare ale pilierilor de protecție dinspre canalul regularizat al Jiului și lacul Cicani, și în sterilul haldat în cariera Gîrla.

II. Condițiile hidrogeologice pe contur ale acviferului freatic unic din zona carierei Gîrla

Condițiile hidrogeologice pe conturul carierei Gîrla sînt bine cunoscute din lucrările de explorare și exploatare executate.

În aluviunile grosiere (pietrișuri și nisipuri cuaternare din lunca Jiului) ale pilierului de protecție de pe latura vestică a carierei (cu o lățime de 250—300 m), apele din canalul regularizat al Jiului mențin un acvifer continuu cu cote ale nivelului hidrostatic cuprinse între 157,5 și 155 m.

Pe latura sudică a carierei, în aluviunile de același tip ale pilierului de protecție, lacul Cicani menține un acvifer continuu cu cote ale nivelului hidrostatic cuprinse între 154,6 și 155,6 m.

Pe latura estică a carierei, existența unei tranșee conturale perfecte și bine întreținute face ca debitele infiltrate în carieră dinspre est să fie neglijabile.

Suprafața perimetrală subterană a haldei din cariera Gîrla, pe latura sudică și vestică, constituie o discontinuitate netă între depozitele aluvionare cu conductivitate hidraulică mare din pilierii de protecție (K =50—150 m/zi) și sterilul din haldă alcătuit din argile și nisipuri pliocene, mult mai puțin permeabile (K =3—5 m/zi).

Apelul gravitațional al excavației deschise din cariera Gîrla se manifestă puternic în condițiile în care vatra carierei în zona haldată înclină spre NE, cu o accentuare a pantei în jumătatea estică.

În concluzie, domeniile de alimentare ale acviferului freatic cantonat în halda de steril sînt canalul regularizat al Jiului și lacul Cicani, iar direcția generală de curgere este SV—NE.

III. Dinamica acviferului freatic unic din zona carierei Gîrla

Pentru acviferul freatic unic dezvoltat în depozitele aluvionare din pilierii de protecție dinspre canalul regularizat al Jiului și lacul Cicani și în sterilul haldat în cariera Gîrla,

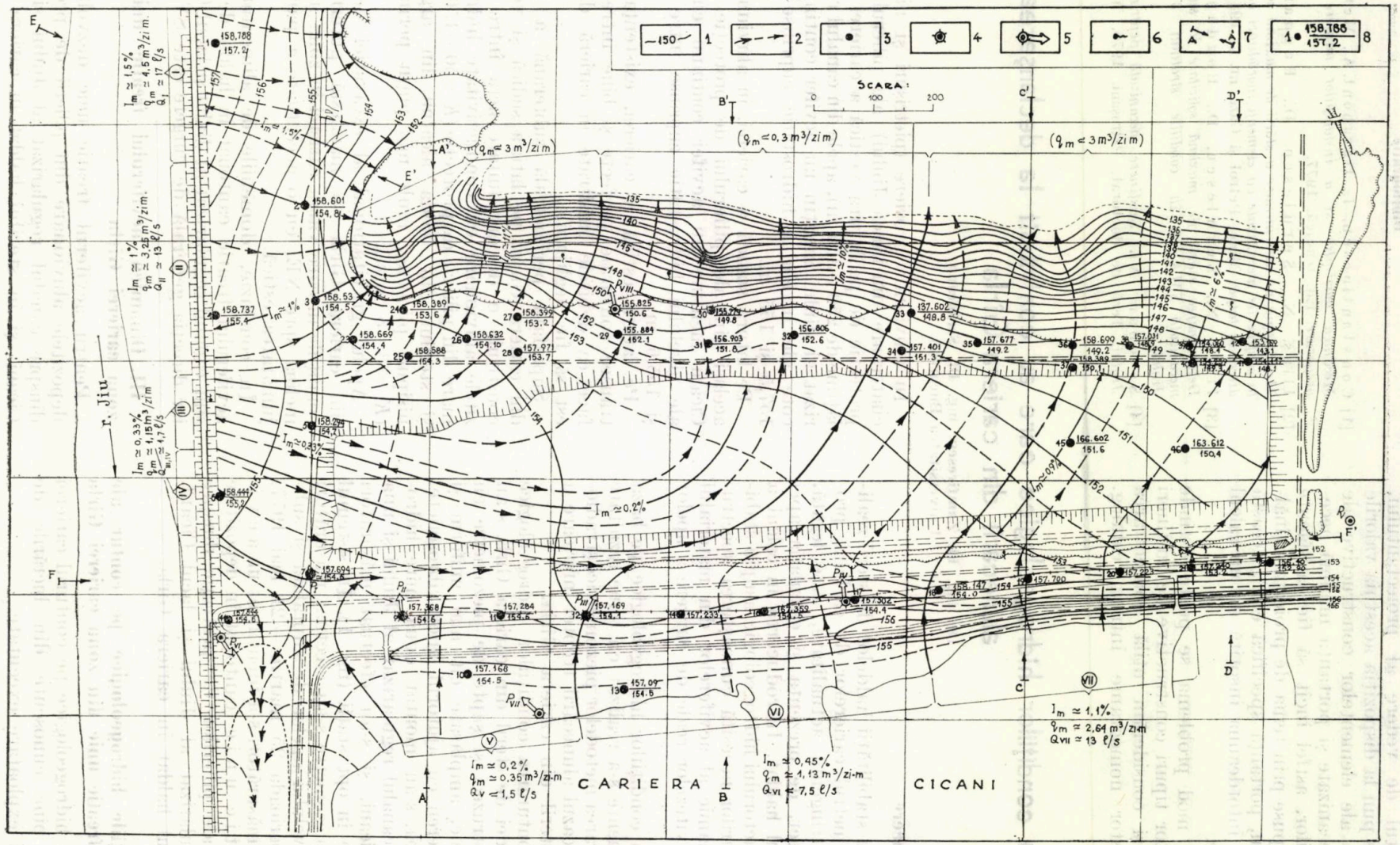


Fig. 1. Plan cu hidroizohipse în zona carierei Gîrla :

1 – linii echipotențiale (hidroizohipse); *2* – linii de curent; *3* – țevi piezometrice; *4* – punct de determinări radiometrice; *5* – direcție de curgere determinată radiometric; *6* – izvor; *7* – aliniament de secțiune hidrogeologică; *8* – (1) – numărul piezometrului, (158, 788) – cota terenului, (157, 2) – cota nivelului apelor subterane; I_m – gradient hidraulic mediu; q_m – debit unitar mediu; Q_{II} – debit total infiltrat prin zona II.

spectrul hidrodinamic s-a construit pe baza măsurătorilor de nivel executate în sistemul de mire și piezometre. Pornind de la constatarea că piezometrele existente în materialul haldat reacționează mai greu la modificarea condițiilor de alimentare, din cauza permeabilității reduse a sterilului, în întocmirea spectrului hidrodinamic s-au folosit măsurătorile efectuate în jumătatea a doua a lunii aprilie, cînd nivelele piezometrice au avut o bună stabilizare în toate piezometrele.

Spectrul hidrodinamic construit reflectă influența majoră a canalului regularizat al Jiului și lacului Cicani asupra direcțiilor și vitezelor de filtrare din acvifer.

În aria spectrului hidrodinamic aflată sub influența directă a canalului regularizat al Jiului se pot separa patru zone (I, II, III și IV din fig. 1).

Zona I este caracterizată printr-un gradient hidraulic mediu $I_m = 1{,}5\,\%$, o grosime medie a acviferului $h_m = 3$ m și o conductivitate medie $K_m = 100$ m/zi, ceea ce determină un debit unitar mediu $q_m = 4{,}5$ m³/zi·m. Pe întreaga lățime a zonei, circa 325 m, debitul total drenat direct de excavația carierei este $Q_I = 17$ l/s = = 1 460 m³/zi. Acest debit este regăsit în întregime în izvoarele care apar pe taluzul excavației carierei Gîrla în baza aluviunilor (fig. 2).

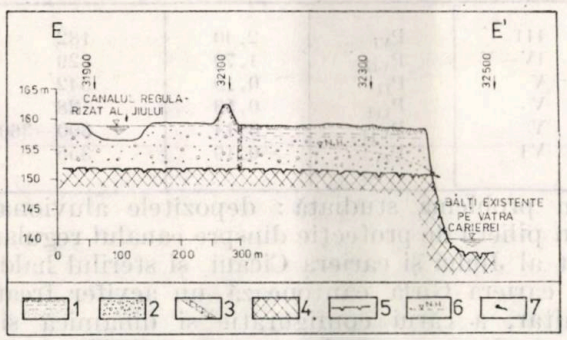


Fig. 2. Secțiune hidrogeologică în zona I:

1 – sol vegetal și formațiuni acoperitoare argiloase nisipoase; *2* – aluviuni grosiere; *3* – ecran de etanșare; *4* – depozite de bază (argile și cărbuni); *5* – relieful rocii de bază; *6* – nivelul piezometric; *7* – izvor.

În *zona II*, pentru $I_m = 1\,\%$, $h_m = 3{,}25$ m și $K_m = 100$ m/zi rezultă un debit unitar mediu $q_m = 3{,}25$ m³/zi·m. Pentru întreaga zonă, cu o lățime de 400 m, debitul total infiltrat în întregime în cariera Gîrla, prin intermediul taluzului treptei întîi, este $Q_{II} = 13$ l/s = = 1 137 m³/zi. Forma spectrului hidrodinamic în cadrul acestui tub de curent indică clar că mai mult de jumătate din acest debit este drenat spre colțul vestic al haldei pe mai puțin de 100 m, ceea ce explică densitatea mare a izvoarelor din această zonă și intensitatea deosebită a fenomenelor fizico-geologice.

Prin *zona III*, pentru $I_m = 0{,}33\,\%$, $h_m =$ $= 3{,}5$ m și $K_m = 100$ m/zi rezultă $q_m = 1{,}15$ m³/zi·m. Pentru o lățime a zonei de circa 125 m, rezultă că prin această zonă se infiltrează un debit total $Q_{III} = 1{,}7$ l/s = 144 m³/zi. Debitul infiltrat este drenat în întregime de cariera Gîrla prin intermediul treimii de mijloc a treptei întîi a haldei de steril (pe circa 550 m). Datorită deschiderii pronunțate a tubului de curent spre zona de drenare (curent acvifer divergent) debitele unitare care traversează halda de steril, în zona treptei întîi, sînt de circa zece ori mai mici comparativ cu cele corespunzătoare tronsonului vestic.

Valorile gradientului hidraulic mediu (I_m), grosimii medii (h_m), conductivității hidraulice medii (K_m), debitului unitar mediu (q_m) și a celui total (Q_{IV}), corespunzătoare *zonei IV* sînt aproximativ identice cu cele din zona trei (III) (tab. 1). Debitul infiltrat prin această zonă este preluat în întregime de tranșeea colmatată de pe latura sudică a carierei Gîrla.

Influența lacului Cicani asupra acviferului acumulat în halda de steril se face prin intermediul tranșeiei de pe latura sudică a carierei Gîrla. Aria de influență poate fi divizată în trei zone (V, VI, VII, fig. 1).

Tabelul 1

Sinteza elementelor cantitative ce caracterizează planul cu hidroizohipse din zona carierei Gîrla

Zone ale spectrului hidrodinamic	I_m, %	h_m, m	K_m, m/zi	q_m, m³/zi·m	L_m, m	Q, m³/zi
I	1,5	3,00	100	4,50	325	1 450
II	1,0	3,25	100	3,25	350	1 137
III	0,3	3,50	100	1,15	125	144
IV	0,3	3,50	100	1,15	125	144
V	0,1	2,40	120	0,35	375	131
VI	0,5	2,50	100	1,13	575	646
VII	1,1	3,00	80	2,64	450	1 188

În cadrul *zonei V*, pentru $I_m = 0{,}12\,\%$, $h_m =$ $= 2{,}4$ m și $K_m = 120$ m/zi se obține $q_m =$ $= 0{,}35$ m³/zi·m. Pentru o lățime medie a tubului de curent de circa 375 m, rezultă că debitul total infiltrat $Q_V = 1{,}5$ l/s = 131 m³/zi.

În *zona VI*, pentru $I_m = 0{,}45\,\%$, $h_m = 2{,}5$ m și $K_m = 100$ m/zi se obține $q_m = 1{,}13$ m³/zi·m. Pentru o lățime medie a curentului acvifer de circa 575 m, rezultă că debitul total infiltrat $Q_{VI} = 7{,}5$ l/s = 646 m³/zi.

Debitele infiltrate prin zonele V și VI sînt captate de tranșeea colmatată, fiind introduse, practic, în jumătatea estică a haldei.

Prin *zona VII*, pentru $I_m = 1{,}1\,\%$, $h_m =$ $= 3$ m, $K_m = 80$ m/zi, se infiltrează un debit unitar mediu $q_m = 2{,}64$ m³/zi·m. Pentru o lungime a tronsonului de circa 450 m se obține $Q_{VII} = 13$ l/s = 1 188 m³/zi. Avînd în vedere că în această zonă talvegul tranșeiei conturale este plasat sub nivelul hidrostatic și deasupra patului impermeabil, o parte din debitul infil-

trat din lacul Cicani este captat și dirijat spre stația de pompe. Se poate aprecia debitul infiltrat spre haldă pe sub talvegul tranșeiei. Astfel, pentru $I_m = 0{,}67\,\%$ (în zona de infiltrare în haldă), $h_m = 2{,}5$ m și $K_m = 80$ m/zi se obține $q' = 1{,}3$ m³/zi·m și ca urmare $Q'_{VII} = 7$ l/s $= 860$ m³/zi. Din cele de mai sus rezultă că debitul captat și dirijat spre stația de pompe prin intermediul tranșeiei conturale este de circa 6 l/s.

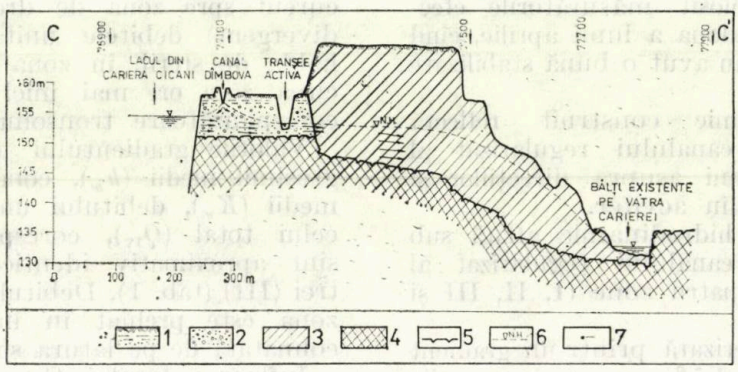


Fig. 3. Secțiune hidrogeologică în zona VII:
1 – sol vegetal și formațiuni acoperitoare argiloase-nisipoase; *2* – aluviuni grosiere; *3* – steril haldat; *4* – formațiuni de bază (argile și cărbuni); *5* – relieful rocii de bază; *6* – nivelul piezometric; *7* – izvor.

Dacă se cumulează debitele infiltrate în jumătatea estică a haldei, provenite în principal din lacul Cicani, rezultă un debit total $Q_T = 24$ l/s $= 2\,073{,}6$ m³/zi drenat în întregime de cariera Gîrla, prin intermediul treptei întîi a taluzului, pe un front de circa 600 m (măsurînd de la latura estică a carierei). Debitul unitar mediu care traversează treapta întîi a haldei de steril în această zonă este de circa 3 m³/zi·m, aproximativ egal cu cel dedus anterior pentru treimea vestică a haldei. Dinamica și modul de producere a alunecărilor în cele două zone (treimile laterale ale haldei) sînt, de asemenea, similare.

În jumătatea estică a haldei, pantele hidraulice sînt substanțial mai reduse decît în jumătatea vestică (în est, $I_m = 0{,}9\,\%$, iar în vest $I_m = 0{,}2\,\%$) și cresc în treimea estică. Această constatare este în concordanță cu morfologia vetrei carierei în această zonă. Repartizarea debitelor infiltrate în masa taluzului din prima treaptă a haldei nu este uniformă. Efectul de remuu determinat de taluzul interior estic al carierei, în zona haldată, produce creșterea debitelor unitare în apropierea acestuia.

Valorile conductivității hidraulice folosite în aprecierile cantitative anterioare sînt determinate pe baza vitezelor reale de curgere precizate prin metode radiometrice (*Studiu radiometric pentru determinarea parametrilor de mișcare a apelor subterane freatice în zona carierei Gîrla*. N. P. Botezatu, Contract Universitatea București, 1976). Pe baza măsurătorilor radiometrice s-au determinat și direcțiile de curgere ale apelor subterane (tab. 2), care sînt în perfectă concordanță cu direcțiile de curgere rezultate din spectrul hidrodinamic construit cu ajutorul nivelelor piezometrice (fig. 1).

Spectrul hidrodinamic prezentat în figura 1 permite deducerea unei concluzii esențiale pentru problema studiată: depozitele aluvionare din pilierii de protecție dinspre canalul regularizat al Jiului și cariera Cicani și sterilul haldat în cariera Gîrla cantonează un acvifer freatic unitar, a cărui configurație și dinamică sînt în perfectă concordanță cu condițiile hidrogeologice pe contur și cu situația litologică și geomorfologică a haldei de steril. În această situație poziția deosebit de ridicată a nivelului piezometric în corpul haldelor de steril este determinată de condițiile hidrogeologice pe contur, corelate cu permeabilitatea redusă a materialului haldat și poziția vetrei carierei sub acesta. Poziția foarte ridicată a nivelului piezometric determină apariția unor forțe hidrodinamice apreciabile (gradienții hidraulici au valori cuprinse între 5 și 10 %) în corpul taluzurilor treptei întîi. Aceasta este cauza principală a instabilității accentuate a taluzurilor.

Tabelul 2

Vitezele reale și direcțiile de curgere ale apelor subterane, determinate radiometric (după N. P. Botezatu)

Zone ale spectrului hidrodinamic	Stații radiometrice	Viteza reală de curgere, m/zi	Azimutul direcție de curgere, grd. sexag.
III	P_{VI}	2,40	182
IV–V	P_{VII}	1,70	329
V	P_{II}	0,10	342
V	P_{III}	0,53	28
V	P_{VII}	0,14	300–360
VI	P_{IV}	0,19	355

IV. Influența canalului regularizat al Jiului și a lacului Cicani asupra dinamicii acviferului freatic

Pentru cea mai mare perioadă a anului, cota nivelului piezometric în spatele digului

de protecție a Jiului nu variază cu mai mult de 0,5 m față de situația prezentată în figura 1; se exclud perioadele relativ scurte cînd nivelele în canalul Jiului ating cote foarte înalte.

Spectrul hidrodinamic al curentului acvifer infiltrat din Jiu și, ca urmare, lățimea benzii din treapta întîi aflată sub influența acestuia, depind de efectul tranșeiei de pe latura sudică. Cum cota nivelului piezometric în pilierul de protecție dinspre cariera Gîrla și lacul Cicani, deci și în tranșeea colmatată, este dictată de nivelul apei din lacul Cicani, se deduce rolul deosebit al acestuia.

În condițiile în care nivelul apei în lacul Cicani poate avea fluctuații mari, este interesant de apreciat influența acestora asupra spectrului hidrodinamic al acviferului freatic, pornind de la situația hidrogeologică sintetizată în figura 1.

a. Ridicarea nivelului apei în lacul Cicani cu 0,5—1,0 m (cote 155,0—155,5 m), situație probabil apropiată de cea în care s-a declanșat alunecarea taluzurilor din treapta întîi a haldei (urmele existente pe taluzurile lacului îndreptățesc această afirmație) conduce la reducerea lățimii frontului treptei întîi aflat sub influența curentului acvifer infiltrat din Jiu, la aproximativ o treime din lățimea haldei. În condițiile în care debitele infiltrate din Jiu rămîn practic constante (față de situația prezentată în figura 1) rezultă o creștere a debitului unitar care traversează taluzurile în treimea vestică a haldei și, ca urmare, o ridicare a curbei de depresiune (este necesară mărirea secțiunii de curgere!), deci o mărire a efectului hidrodinamic al curentului acvifer. De asemenea, se produce creșterea lungimii frontului treptei întîi aflat sub influența curentului acvifer infiltrat din lacul Cicani, la aproximativ două treimi din lungimea haldei, în paralel cu mărirea debitelor infiltrate pe toată lungimea lacului (în aceste condiții, în pilierul de protecție cresc, atît gradienții hidraulici, cît și secțiunile de curgere). Se remarcă faptul că debitele care traversează treimea mijlocie a haldei se măresc substanțial, simultan cu micșorarea la mai mult de jumătate a lungimii liniilor de curent (față de situația prezentată în figura 1) și cu creșterea gradienților hidraulici.

Avînd în vedere aceste considerente, se apreciază că declanșarea alunecării treptei întîi a haldei de steril din cariera Gîrla a corespuns unei perioade în care nivelul apei în lacul Cicani avea cote în jur de 155,5 m și cînd precipitațiile abundente au determinat practic saturarea depozitelor de deasupra nivelului piezometric.

Situația hidrogeologică mai defavorabilă din apropierea laturilor estice și vestice ale carierei explică de ce alunecările s-au declanșat mai întîi în treimile laterale ale haldei, avansînd treptat spre centru. Suprafețele de alunecare o dată formate, prismul alunecat are o mare mobilitate, rămînînd disponibilă numai rezistența reziduală la forfecare.

b. Cînd cota apei în lacul Cicani coboară sub 154,5 m, colțul din vest al acestuia devine centru de drenaj pentru o parte din apele infiltrate din canalul Jiului (2—3 l/s) și, în același timp, banda din taluzul treptei întîi a haldei, aflată sub influența curentului acvifer provenit din Jiu, se mărește. Debitul infiltrat în haldă din Jiu, micșorat cu 2—3 l/s, se va repartiza pe un front mai larg din treapta întîi, fără a se modifica notabil situația din treimea vestică. Efectul favorabil al coborîrii nivelului apei în lacul Cicani este limitat deoarece canalul Dîmbova menține cote ridicate ale nivelului piezometric în pilierul de protecție, iar efectul drenant al lacului Cicani, asupra curentului acvifer provenit din Jiu, este slab din cauza permeabilității reduse a depozitelor din haldă.

Concluzii

Condițiile și necesitățile concrete din zonă impun următoarele observații în legătură cu măsurile care se impun pentru reducerea debitelor care se infiltrează în haldele de steril și pentru asigurarea unui flux normal de lucru în cariera Gîrla:

- reprofilarea tranșeiei conturale de pe latura sudică a carierei și transformarea ei într-un dren perfect, ar avea ca efect eliminarea influenței lacului Cicani, a canalului Dîmbova și a canalului Jiului, reducînd substanțial debitele infiltrate în halda de steril. Realizarea unui dren perfect este dificilă deoarece roca de bază are un relief foarte neregulat;
- efectul favorabil al reprofilării tranșeiei asupra stabilității taluzurilor se va resimți după cel puțin o lună de zile de la realizarea completă a acesteia, deoarece materialul haldat are permeabilitate redusă.

Ținînd seamă de aceste elemente și de concluziile anterioare, referitoare la dinamica apelor subterane din zonă, se impun următoarele măsuri.

1. Executarea unui dren longitudinal în vatra carierei, la baza taluzului alunecat al treptei întîi și racordarea la acesta a altui dren executat la baza taluzului laturii vestice a carierei (paralel cu canalul Jiului). Drenurile trebuie să fie umplute cu aluviuni grosiere. Deasupra drenului urmează a fi realizată o „banchetă" tot din material aluvionar, care să le mărească eficiența.

2. În paralel cu executarea drenurilor din carieră se recomandă reprofilarea tranșeiei de pe latura sudică, numai în porțiunile în care ea nu este complet colmatată. În acest mod, peste 90% din debitele infiltrate din lacul Cicani și canalul Dîmbova vor fi drenate și evacuate. Neexecutarea acestei lucrări va deter-

mina infiltrarea unei mari cantități de apă în haldă ; în aceste condiții, dată fiind permeabilitatea redusă a sterilului, există posibilitatea ca o parte din debitele infiltrate să depășească drenul executat în vatra carierei, constituind o premisă pentru noi avarii.

3. Păstrarea vetrei carierei în stare uscată prin organizarea judicioasă a sistemului de drenaj existent. În același timp este necesară acordarea unei atenții sporite etanșării forajelor de asecare rămase sub haldă.

Tehnologie de susținere a lucrărilor miniere cu ancore și plasă de sîrmă aplicată la Exploatarea minieră Aghireș

Ing. I. Muste
Combinatul minier Cluj

I. Introducere

În ultimii 30 de ani susținerea cu ancore a lucrărilor miniere s-a extins și dezvoltat într-un ritm rapid, în toate țările care au o industrie minieră avansată, creîndu-se o mare diversitate de tipuri de ancore.

Această susținere se aplică și la noi în țară, dar la o scară mult mai redusă, datorită lipsei de utilaje specifice realizării ei, a cunoașterii practice insuficiente a modului de lucru dintre susținerea ancorată și rocile înconjurătoare, precum și a timidității manifestate de majoritatea practicienilor.

Ancorarea rocilor este practicată, în general, în toate tipurile de roci : eruptive, metamorfice și sedimentare, precum și în toate categoriile de tărie a rocilor, inclusiv în roci moi sau pămînturi necoezive.

În asigurarea stabilității masivului de rocă, prin intermediul ancorajului, există două principii de bază :

- roca este consolidată cu elemente din oțel (ancore), care preiau eforturile de tensiune și parțial de forfecare ;
- masivul de rocă este consolidat prin pretensionarea ancorelor care sporesc forțele de frecare de-a lungul planelor naturale de discontinuitate.

Cu alte cuvinte, ancorajul pretensionat leagă stratul superficial alterat și fisurat al rocii de zonele mai adînci ale masivului, care nu au fost supuse degradării și care au o capacitate portantă ridicată, astfel că acest strat devine o structură consolidată, care este capabilă să suporte propria sa greutate și să prevină orice slăbire a masivului de rocă în adîncime.

În consecință, ancorele pretensionate au un rol activ asupra masivului de roci, făcîndu-se să se comporte aproape ca și cînd nu ar exista excavația, fapt pentru care operația de pretensionare are o importanță deosebită.

Atunci cînd ancorele nu sînt pretensionate, rolul acestora față de masivul de roci este pasiv și are un efect mult mai redus, acționînd în primul rînd prin rezistența sa la forfecare, care se opune unor deplasări de-a lungul fisurilor pe care le intersectează și numai în al doilea rînd ca o armătură de tensiune ce se opune deformării ulterioare a rocii.

Majoritatea susținerilor practicate în minerit (susținerea în lemn, susținerea cu bolțari, susținerea din beton, susținerea metalică etc.) au un rol de sprijinire a masivului de roci, deci un efect pasiv, lucru care de multe ori concură la apariția unor presiuni mari în jurul lucrărilor miniere.

După o interpretare corespunzătoare a proprietăților fizico-mecanice ale rocilor ce trebuie susținute la Aghireș, a tipurilor de ancore posibil de aplicat, precum și a altor factori, s-a stabilit că cele mai eficiente ancore sînt ancorele fixate prin cimentare cu pastă de beton injectată sub presiune.

II. Susținerea cu ancore fixate prin cimentare cu pastă de beton și plasă de sîrmă

1. *Confecționarea ancorelor, tipuri de ancore, plasă de sîrmă.*

Deoarece la Exploatarea minieră Aghireș există mari rezerve de cablu de funicular uzat, care are în compoziție un oțel superior cu o rezistență de rupere la tracțiune de peste 120 daN/mm², ancorele necesare se confecționează din aceste cabluri, în două tipuri stabilite, după mai multe încercări, respectiv tipul A și tipul B.

Cablul purtător este format din 37 fire dispuse sub formă concentrică după formula :

$$1 + 6 + 12 + 18.$$

După secționarea cablului la dimensiunea necesară (1,5 sau 2 m) acesta se degresează prin ardere, iar firele din rîndurile 18 și 12 se despletesc și se îndreaptă, rămînînd nedesfăcute cele din toronul central, de 6 + 1 fire.

Din acest material se confecţionează cele două tipuri de ancore, astfel că din 1,5 m cablu de funicular rezultă o bucată ancoră de tipul A şi şase bucăţi ancore de tipul B.

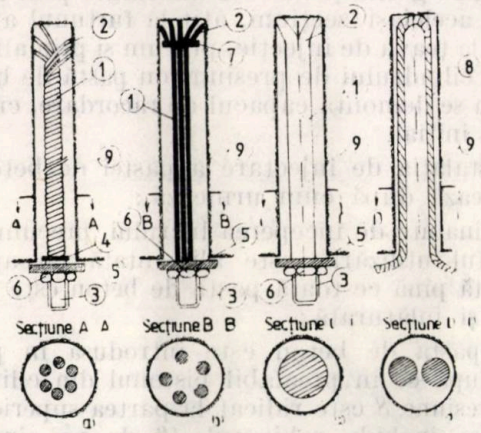


Fig. 1. Tipuri de ancore betonate :

a – ancoră tip A ; *b* – ancoră tip B ; *c* – ancoră tip C ; *d* – ancoră tip D ; *1* – tijă ancoră sau fire ; *2* – evazare cap de fixare ; *3* – şurub ; *4* – cordon de sudură ; *5* – placă de fixare ; *6* – piuliţă ; *7* – inel mobil ; *8* – cablu flexibil.

T i p u l A (fig. 1 *a*)

La toronul de 6 + 1 fire rămas nedesfăcut se evazează la un capăt toate firele, printr-o deschidere a lor la circa 35° pe o lungime de 8—10 cm, evazare ce se realizează sub formă de floare.

La capătul de jos toronul se prelungeşte cu un şurub de 30—60 mm, fixat prin sudură.

În situaţia în care firul din mijloc este extrs, prelungirea de la capătul de jos se poate face şi printr-o bucşă filetată, care se fixează de toron, tot prin sudură sau răşini poliesterice, şi se obţine o ancoră de tipul A cu gaură pe mijloc.

T i p u l B (fig. 1 *b*)

Acest tip de ancoră este format din cinci fire drepte, care, la partea de jos, sînt fixate prin sudură pe capul prelucrat al unui şurub ce are o lungime de 50—80 mm sau într-o bucşă filetată, iar la partea de sus firele se evazează la un unghi de 35—40°, pe o lungime de 8—10 cm.

Pentru a se putea face evazarea celor cinci fire, se introduce un inel mobil care se potriveşte în locul unde firele se evazează şi, cu ajutorul unei ţevişoare de diametru apropiat de cel al firelor, se procedează la evazarea lor.

T i p u l C (fig. 1 *c*)

Pe lîngă ancorele confecţionate din cablu de funicular se mai utilizează şi ancore confecţionate din oţel rotund, profilat sau neprofilat, care, la partea de sus, au tija uşor despicată sau se sudează pe capăt o piuliţă sau un inel metalic, iar la capătul de jos, pe o lungime de circa 100 mm, tija ancorei este filetată.

T i p u l D (fig. 1 *d*)

Acest tip de ancoră este confecţionat din cablu de oţel multifilar, avînd diametrul de 9—11 mm.

Ancorarea se realizează sub formă de ţesătură, formată dintr-o singură bucată de cablu pentru un rînd sau un evantai de găuri, astfel că în fiecare gaură ancora este formată prin dublarea cablului.

La acest tip de ancore nu se mai utilizează plasă de sîrmă şi nici piuliţă şi plăcuţă de strîngere sau de pretensionare.

Plasa de sîrmă se execută din sîrmă moale cu diametrul de 2,5 mm (STAS nr. 2543/63) cu ochiuri de 30 × 30 mm, la o lăţime de 1,20 m şi lungimea variabilă, funcţie de deschiderea lucrării miniere.

2. *Perforarea găurilor*

Găurile se amplasează în rînduri dispuse în planuri verticale, normale pe direcţia lucrării şi au înclinarea astfel aleasă, încît direcţia găurii să fie perpendiculară pe tangenta dusă în punctul de amplasare.

Distanţa între găuri şi între rînduri este de 1 m.

Perforarea găurilor se realizează cu perforatoare rotative PR—8, acţionate electric de pe o platformă mobilă, amenajată pe un tractor.

3. *Prepararea pastei de beton*

Betonul care se utilizează la fixarea ancorelor trebuie să aibă o fluditate mare pentru a putea fi injectat, iar mărimea agregatelor din compoziţie să nu depăşească 3 mm, în vederea prevenirii fenomenului de înfundare a conductelor.

Pentru mărirea fluidităţii se utilizează plastifianţi naturali, respectiv bentonită în proporţie de 3—5%.

După mai multe încercări reţeta de preparare a pastei de beton s-a stabilit la un raport de ciment : nisip = 1 : 1, astfel :

— ciment,	150 kg,	48,5 l;
— nisip,	150 kg,	60 l;
— apă,	63 kg,	63 l;
— bentonită,	4,5 kg,	1,5 l.

S-au încercat injectări de pastă de beton fără bentonită în compoziţie, dar s-au produs înfundări de conducte, datorită fenomenului de desecare a pastei în timpul lucrului ; pe de altă parte, printr-o mărire uşoară a cantităţii de bentonită din reţetă, proprietăţile reologice se îmbunătăţesc.

Pasta de beton se prepară într-o betonieră de 100 l şi se recomandă să fie agitată pînă la punerea ei în operă.

Plasa de sîrmă se poate fixa după 24 ore, iar pretensionarea ancorelor după 3—4 zile, în situaţia în care în reţetă nu se introduc acceleratori de priză.

Pentru scurtarea perioadei de priză se recomandă folosirea cimentului aluminos sau acceleratori de priză.

4. *Instalație pentru injectarea pastei de beton. Descriere și mod de funcționare*

Pentru injectarea pastei de beton s-a construit o instalație (fig. 2) formată dintr-un motor electric *1*, un reductor de turație *2*, o pompă

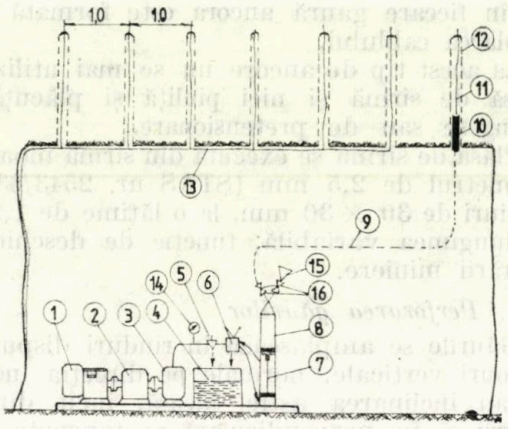


Fig. 2. Instalație pentru fixarea ancorelor prin injectarea pastei de beton :

1 — motor electric ; *2* — reductor de turație ; *3* — pompă hidraulică ; *4* — rezervor de ulei ; *5* — supapă de siguranță ; *6* — distribuitor ; *7* — piston duplex ; *8* — cilindru hidraulic ; *9* — furtun armat ; *10* — cap de injecție ; *11* — ancoră ; *12* — gaură de mină ; *13* — plasă de sîrmă ; *14* — manometru ; *15* — pîlnie de umplere ; *16* — robinet cep.

cu roți dințate *3*, un rezervor de ulei *4* și un cilindru hidraulic duplex *7*, cuplat direct cu un manometru *14*, o supapă de siguranță *5* și un distribuitor *6*. Între cilindrul de presiune *8* și capul de injecție *10* se găsește un furtun armat de cauciuc *9*, pentru conducerea pastei de beton.

Cilindrul de presiune *8*, la partea superioară, are montat, prin înfiletare, un capac de formă tronconică. Pe acest capac sînt fixați doi robineți *16*, dintre care unul face legătura cu furtunul flexibil *9*, iar pe al doilea se află montată o pîlnie *15*.

Pentru o ușoară manevrare, toate părțile componente ale instalației sînt asamblate pe un șasiu montat pe un tren de două roți.

Presiunea în cilindrul hidraulic poate ajunge la valori de 150 daN/cm², presiune ce se transmite și pastei de beton, ca urmare a menținerii aceleiași secțiuni utile, atît în cilindrul hidraulic *7*, cît și în cilindrul de presiune *8*.

Datorită faptului că între cilindrul de presiune și gaură se utilizează un furtun armat de 1,5 toli, presiunea de injectare a betonului în gaură se reduce mult față de cea din cilindrul *8*.

La experimentarea instalației s-au întîmpinat greutăți, printre care:

— înfundări repetate, ca urmare a reducerilor mari de secțiune, de la cilindru la furtun și de la acesta la capul de injecție. În aceste puncte s-a produs fenomenul de stoarcere (desecare) a pastei de ciment din agregate, formîndu-se dopuri de nisip cimentat ;

— în timpul umplerii cilindrului de presiune cu pastă de beton se formează dopuri de aer, care se destind în gaura de mină, aruncînd liantul afară și stropind personalul de deservire.

Aceste greutăți au fost înlăturate prin asigurarea aceleiași secțiuni, atît la furtunul armat, cît și la țeava de injecție, precum și prin alimentarea cilindrului de presiune cu pastă de beton, fără a se demonta capacul de racordare, cum se făcea inițial.

Instalația de injectare a pastei de beton se utilizează după cum urmează :

- înainte de începerea lucrului, precum și la sfîrșitul utilizării, este alimentată cu apă și spălată pînă ce toată pasta de beton este curățată și înlăturată ;
- pasta de beton este introdusă în pîlnia *15*, după ce în prealabil pistonul din cilindrul de presiune *8* este ridicat la partea superioară ;
- se închide robinetul *16* de pe circuitul de injectare și se deschide celălalt robinet *16* de pe circuitul de alimentare, pe care este fixată pîlnia, operație ce se face printr-o tijă comună, dintr-o singură manevră ;
- se comandă maneta distribuitorului *6*, pentru coborîrea pistonului, și odată cu aceasta pasta de beton din pîlnia *15* este aspirată în cilindrul de presiune *8* ;
- după ce pistonul ajunge la punctul inferior, se pune maneta distribuitorului *6* la punctul zero, se deschide robinetul *16* de pe circuitul de injectare (refulare) și, în același timp, se închide robinetul *16* de pe circuitul de alimentare ;
- se comandă maneta distribuitorului *6* pentru urcare, pînă la punctul superior, timp în care pasta de beton este împinsă pe furtunul de injectare *9* ;
- capul furtunului *9* se cuplează la dispozitivul de injectare specific fiecărui tip de ancoră.

În continuare ciclul de operații se repetă și procesul de injectare are un caracter alternativ.

5. *Procedee de injectare și fixare a ancorelor*

Pentru injectarea pastei de beton în gaură, s-a folosit procedeul la care pasta era împinsă începînd de la gura găurii spre fundul acesteia numit și „procedeu de injectare în avans" și procedeul la care pasta era împinsă începînd de la fundul găurii spre gură, numit și „procedeu de injectare în retragere".

a. Încercări cu procedee de injectare în avans

Prin injectarea pastei de beton în avans, s-a experimentat procedeul cu cap de injectare și procedeul cu țeavă de injectare și dop de ipsos.

- Procedeul cu cap de injectare

Capul de injectare se compune (fig. 3 *a*) dintr-un corp *3* avînd o formă conică la partea

superioară, un racord *4* pentru fixarea furtunului și o piuliță de strîngere *6* care, cu ajutorul unei garnituri *5*, asigură etanșarea în jurul ancorei *2*.

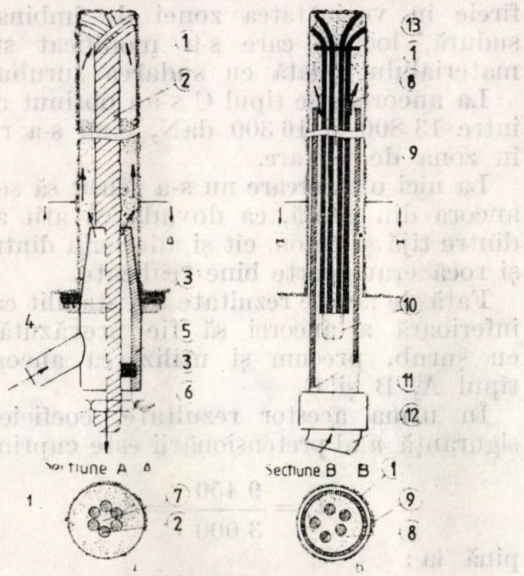


Fig. 3. Tehnologia de lucru la injectarea betonului : *a* — injectare în avans ; *b* — injectare în retragere ; *1* — gaură de mină ; *2* — ancoră din cablu ; *3* — garnitură de etanșare ; *4* — racord ; *5* — cap de injecție ; *6* — piuliță ; *7* — gaură de aerisire ; *8* — fire de oțel ; *9* — țeavă de injecție ; *10* — șurub de tensionare ; *11* — mufă ; *12* — furtun de presiune ; *13* — distanțier

La acest procedeu s-au utilizat numai ancore de tipul A, cu firul din mijloc extras.

Tehnologia de lucru constă în:

— Introducerea ancorei *2* în gaura de mină, pînă la fundul acesteia. În acest scop ancora se introduce într-o țeavă care strînge firele desfăcute și care este retrasă în momentul în care ancora a ajuns la fundul găurii ; prin retragerea țevii firele din acoră se evazează și se sprijină pe pereții găurii, astfel că ancora rămîne pe loc.

— Fixarea capului de injecție la gura găurii și asigurarea etanșării, atît cu roca, cît și cu ancora.

— Injectarea propriu-zisă a pastei de beton, timp în care aerul din gaură este evacuat prin orificiul rămas în interiorul ancorei, ca urmare a extragerii firului central ; această operație continuă pînă cînd pe orificiul central iese pastă de beton.

Timpul de montare a unei ancore a fost de 8—10 min. și s-a lucrat cu presiunea de 40—80 daN/cm².

Pentru prinderea plasei, pretensionare și totodată pentru încercarea portanței acestor ancore, s-a sudat o bucșă filetată pe capătul rămas liber, afară din gaură.

● Procedeul cu țeavă de injectare și dop de ipsos

La acest procedeu s-au utilizat, atît ancore de tipul A, cu firul din mijloc extras, cît și ancore de tipul B, la care s-a intercalat în mijlocul firelor o țeavă pentru aerisire, de lungime egală cu cea a ancorei.

Tehnologia de lucru constă în următoarele.

— Introducerea ancorei de tipul A sau B în gaură.

— Fixarea ancorei la gura găurii cu un dop de ipsos lung de circa 50 mm, în care se introduce o țevișoară de metal sau PVC, prin care să se facă trecerea pastei de beton.

— Injectarea pastei de beton prin această țeavă pînă ce se umple gaura și pesta începe să iasă prin țeava centrală de aerisire.

— Sudarea unei bucșe filetare sau șurub, pentru fixarea plasei, pretensionare și încercări de smulgere.

S-a lucrat cu presiuni între 80 și 90 daN/cm².

Timpul afectat montării unei ancore a fost de 8—10 min.

La ambele procedee de injectare în avans s-au întîmpinat greutăți în sensul că s-au înfundat conductele în zonele unde secțiunea de trecere era mai mică și totodată s-a manifestat fenomenul de desecare a pastei de beton, astfel că în final s-a renunțat la folosirea acestor procedee de injectare.

b. Încercări cu procedeul de injectare în retragere (fig. 3 *b*)

Pentru injectarea pastei de beton, în continuarea furtunului *12*, se fixează printr-o mufă filetată o țeavă cu pereții subțiri, al cărei diametru exterior să fie mai mic cu 4—5 mm decît diametrul găurii, iar lungimea mai mare cu cel puțin 20 cm față de lungimea ancorei.

Pe capătul ancorei rămas afară din gaură se sudează o bucșă filetată sau un șurub, necesar pentru fixarea plasei de sîrmă, pretensionare și încercări de smulgere.

Tehnologia de lucru este următoarea.

— Introducerea ancorei în gaură și fixarea unui manșon de PVC peste partea filetată, rămasă afară.

— Introducerea țevii *9* în gaură în așa fel încît tija ancorei să se găsească în interiorul țevii ; țeava *9* se introduce pînă ce ajunge la punctul unde firele ancorei sînt evazate, sau pînă la piuliță, în cazul tipului C ; pentru betonarea ancorelor din cablu de tipul D, țeava *9* de injectare a pastei de beton va avea o construcție specială, astfel încît cele două cabluri să rămînă în exteriorul ei.

— Injectarea pastei de beton și retragerea țevii pe măsura umplerii găurii ; de fapt, în timpul injectării țeava este puternic împinsă în afară, pe măsura umplerii cu pastă de beton a spațiului liber.

— Oprirea injectării cînd capătul superior al țevii a ajuns la gura găurii de mină.

Timpul de montare a unei ancore prin procedeul în retragere a fost de 1—2 min.

Presiunea de lucru a variat între 30 și 70 daN/cm².

Nu s-a înregistrat nici un fenomen de înfundare sau de desecare a pastei de beton.

Făcînd o comparație între cele două sisteme de injectare, se constată că injectarea în retragere prezintă următoarele avantaje:

— se poate utiliza orice tip de ancoră;

— productivitatea muncii este ridicată;

— simplitatea sistemului de injectare;

— reclamă un efort mic din partea muncitorilor;

— elimină toate neetanșeitățile și, odată cu acestea, dopurile de aer;

— instalația de alimentare lucrează la presiuni mai mici și fără șocuri, ca și în cazul injectării în avans.

Din aceste motive s-a optat ca fixarea ancorelor să se execute numai prin procedeul de injectare în retragere.

6. *Montarea plasei de sîrmă și pretensionarea ancorelor*

După 24 de ore de la montarea ancorelor se poate aplica o plasă de sîrmă în varianta în care nu s-au introdus acceleratori de priză.

Plasa de sîrmă pregătită în suluri de lungime prestabilită se montează de pe platforma mobilă de lucru pe tavanul lucrării miniere, iar așezarea plasei se face transversal pe direcția galeriei sau a abatajului.

Fixarea plasei se realizează prin intermediul ancorelor care au capătul inferior prevăzut cu șurub. După ce plasa de sîrmă s-a aplicat pe tavan se așază peste ea plăcuțele de fixare care se introduc în fiecare ancoră și pe urmă se strîng piulițele prin înfiletare. Strîngerea se face pînă ce se observă că plăcuțele de fixare au făcut contact cu plasa, respectiv cu tavanul lucrării miniere.

În situația în care se introduc acceleratori de priză, montarea plasei se poate realiza mult mai repede.

După 3—4 zile se va executa pretensionarea ancorelor cu ajutorul unei chei dinamometrice special construită, astfel ca această pretensionare să se realizeze la o presiune de 2—3 t și, odată cu aceasta, procesul de susținere prin ancore este terminat.

7. *Încercări de verificare a portanței ancorelor prin smulgere*

Pentru verificarea portanței ancorei se procedează la smulgerea acesteia cu ajutorul unei prese hidraulice.

Fixarea acestei prese se face la capătul de jos al ancorei, respectiv pe tavanul lucrării miniere, cu ajutorul bucșei filetate sau al șurubului.

La ancorele prevăzute cu bucșă filetată, încercările de smulgere au dat rezultate între 2 540 și 4 140 daN, cînd la o parte din ancore a cedat sudura dintre bucșa și tija ancorei, iar la celelalte s-a rupt bucșa prin zona filetată.

La ancorele prevăzute la partea inferioară cu șurub de strîngere, de tipul A și B, încercările de smulgere au dat rezulate cuprinse între 9 450 și 12 600 daN, cînd a cedat sudura dintre șurub și tija ancorei, iar la altele s-au rupt firele în vecinătatea zonei de îmbinare prin sudură, loc în care s-a modificat structura materialului odată cu sudarea șurubului.

La ancorele de tipul C s-au obținut rezultate între 13 800 și 16 300 daN, cînd s-a rupt tija în zona de filetare.

La nici o încercare nu s-a reușit să se smulgă ancora din gaură, ca dovadă că atît aderența dintre tijă și beton, cît și aderența dintre beton și rocă erau foarte bine realizate.

Față de aceste rezultate s-a stabilit ca partea inferioară a ancorei să fie prevăzută numai cu șurub, precum și utilizarea ancorelor de tipul A, B și C.

În urma acestor rezultate, coeficientul de siguranță n al pretensionării este cuprins între:

$$n = \frac{9\,450}{3\,000} = 3{,}1,$$

pînă la:

$$n = \frac{16\,300}{3\,000} = 5{,}4,$$

coeficient cu totul acoperitor.

De asemenea, coeficientul de siguranță al portanței ancorelor este cel puțin egal cu cel de sus sau mai mare.

III. Considerații privind criteriile de dimensionare a ancorelor betonate utilizate

Pentru exemplificare vom calcula susținerea cu ancore la o lucrare orizontală avînd un profil de $5 \times 4 = 20$ m², cu tavan boltit, săpată în nisipuri cuarțoase puternic cimentate, stratiforme.

1. *Înălțimea bolții de surpare*

După K. Terzaghi, înălțimea maximă a zonei ce solicită ancorajul din tavan se determină în funcție de lățimea totală b și de înălțimea h a golului rectangular.

Conform tabelului 13 din „Ancorarea rocilor" de L. Hobst și J. Zajik, înălțimea bolții de surpare a rocii de deasupra lucrării miniere, după K. Terzaghi, este:

pentru roci masive:

$$V = 0 - 0{,}25\ b,\ \text{m}; \qquad (1)$$

pentru roci stratificate orizontal:

$$V = 0 - 0{,}50\ b,\ \text{m}, \qquad (2)$$

în care ancorele traversează aceste stratificații pentru a le susține.

$$V_{max} = 0{,}25 \times 5 = 1{,}25\ \text{m},$$

pentru roci masive;

$$V_{max} = 0{,}50 \times 5 = 2{,}50\ \text{m},$$

pentru roci stratificate.

Întrucît stratele de nisipuri de la Aghireș, din punct de vedere petrografic, se prezintă ca o masă de rocă uniformă, avînd doar granulația particulelor și cantitatea de ciment de legătură diferită, fără a avea tendința să se desprindă unul de altul, vom considera roca susținută ca un masiv.

În această situație, pentru deschiderea de 5 m:

$$V_{max} = 1{,}25 \text{ m}.$$

Întrucît lucrarea minieră va avea tavanul boltit, astfel că înălțimea bolții excavației ajunge pînă la 1,35 m, înseamnă că grosimea rocii de sub bolta de echilibru natural se reduce și, odată cu aceasta, se reduce și grosimea de rocă ce revine ancorelor.

2. *Determinarea presiunii miniere*

Pentru determinarea presiunii miniere există relația:

$$P_v = 2H(a \cdot \gamma_a) - \left(C + \frac{1}{2}\,\sigma x \operatorname{tg} \varphi\right) \quad (3)$$

unde:

H este adîncimea lucrării miniere, 40 m;
a — semideschiderea lucrării miniere, 2,5 m;
C — coeziunea rocii, 4;
σx — presiunea laterală orizontală;
φ — unghiul de frecare internă, 28°;
γ_a — greutatea volumetrică a rocii, 2 200 daN/m³.

În condiția în care:

$$a \cdot \gamma_a < C + \frac{1}{2}\,\sigma x \cdot \operatorname{tg} \varphi \quad (4)$$

lucrarea minieră va fi stabilă.

În cazul nostru, pentru lucrarea minieră cu deschiderea de 5 m:

$$\sigma x = \frac{\mu}{1-\mu} \cdot \gamma_a \cdot H \quad (5)$$

unde:

μ este coeficientul lui Poisson, 0,1;

$$\sigma x = \frac{0{,}1}{1-0{,}1} \cdot 0{,}0022 \times 4\,000 = 0{,}88 \text{ daN/cm}^2;$$

$$250 \times 0{,}0022 < 4 + \frac{1}{2} \cdot 0{,}88 \cdot 0{,}53$$

$$0{,}55 < 4{,}233$$

Rezultă că, în aceste condiții, nu este nevoie de o susținere portantă, ci de o susținere care să protejeze lucrarea minieră de căderi de roci provenite din zona fisurată.

3. *Determinarea lungimii ancorei*

Ancora are, de regulă, o lungime maximă în centrul tavanului, atunci cînd acesta nu este boltit.

În situația în care tavanul este boltit, lungimea ancorelor va fi aproximativ egală.

Lungimea ancorei este egală cu distanța de la tavanul lucrării miniere pînă la cea mai coborîtă limită a bolții naturale, la care se adaugă înălțimea de fixare a ancorei, deci:

$$l = b + lb, \text{ m}, \quad (6)$$

unde:

b este înălțimea bolții de echilibru;
lb — lungimea de fixare prin cimentare, care se ia de regulă mai mare de 30 cm; în cazul nostru ancora va fi betonată pe toată lungimea;

$$l = 1{,}25 + 0{,}30 = 1{,}55 \text{ m}.$$

După cum s-a arătat, tavanul lucrării miniere este boltit (fig. 4), avînd înălțimea bolții de

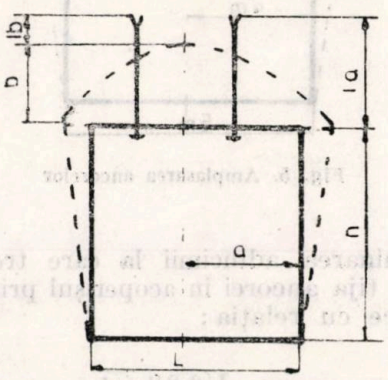


Fig. 4. Dimensionarea ancorelor

1,25 m și în această situație lungimea minimă necesară a ancorei va fi de:

$$l_{min} = 1{,}55 - 1{,}25 = 0{,}30 \text{ m}.$$

După M. M. Protodiakonov, conform teoriei bolții naturale, care este valabilă pentru toate tipurile de roci compacte sau fisurate, pentru rocile slabe sau chiar pentru pămînturi, în cazul de față, unde $f = 1{,}5 - 4$, se recomandă ca lungimea activă a ancorei să se ia egală cu dublul înălțimii bolții de echilibru:

$$l_a = 2b = \frac{L}{f}, \text{ m}, \quad (7)$$

unde:

l este lungimea ancorei, m;
b — înălțimea bolții naturale, m;
a — semideschiderea lucrării miniere, m;

L — deschiderea lucrării miniere, m;
f — coeficient de tărie după Protodiakonov;
l $= 2 \times 1{,}25 = 2{,}5$ m.

Întrucît lucrarea minieră este boltită, lungimea reală a ancorei va fi de:

$$l_a = l - b = 2{,}5 - 1{,}25 = 1{,}25 \text{ m}. \quad (8)$$

Faţă de rezultatele obţinute prin cele două variante, vom stabili ca lungimea ancorei să fie de:

$$l_a = 1{,}25 \text{ m}.$$

În cazul intersecţiilor, lungimea ancorei o vom mări la 2 m.

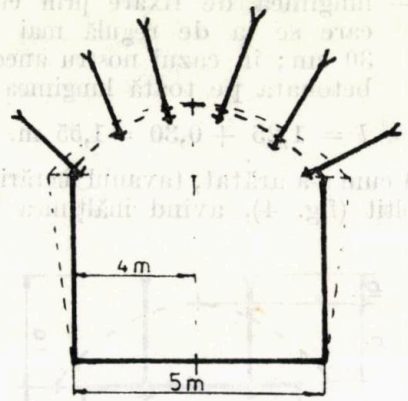


Fig. 5. Amplasarea ancorelor

Determinarea adîncimii la care trebuie să pătrundă tija ancorei în acoperişul principal se poate face cu relaţia:

$$C = \sqrt{\frac{0{,}2S \cdot \sigma t}{[\sigma t]}}, \quad (9)$$

unde:

S este secţiunea transversală a tijei în locul cel mai slab, cm²;
σt — rezistenţa de rupere la întindere (tracţiune) a tijelor, daN/cm²; pentru oţel $\sigma t = 3\,600 - 4\,600$ daN/cm²;
$[\sigma t]$ — rezistenţa admisibilă de rupere la tracţiune a rocii din acoperişul principal, daN/cm²; pentru şisturi şi gresii de tărie medie $[\sigma t]$ este de 2—3 daN/cm².

Într-o ancoră confecţionată din sîrmă de cablu de funicular cu diametrul de 5 mm, secţiunea unei sîrme va fi de:

$$S = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3{,}14 \cdot 5^2}{4} = 19{,}8 \text{ mm}^2. \quad (10)$$

Pentru că într-o ancoră se introduc cinci fire secţiunea ancorei va fi de:

$S_a = 19{,}8 \times 5 = 99$ mm², rotunjit 100 mm²,

sau:

$$C = \sqrt{\frac{0{,}2 \cdot 1{,}0 \cdot 4000}{2}} = 20 \text{ cm}.$$

Deoarece ancora va fi betonată pe toată lungimea de 1,5 m, rezultă că susţinerea are o siguranţă corespunzătoare.

4. *Determinarea distanţei dintre ancore*

Distanţa între ancore se determină în funcţie de capacitatea portantă a ancorelor şi de greutatea rocii asigurate în zona celei mai lungi ancore:

$$l_r = \sqrt{\frac{F_s \cdot X_t}{V \cdot \gamma}} \text{ m}, \quad (11)$$

în care:

F_s este aria secţiunii transversale a ancorei.

Pentru o ancoră executată din cinci fire de 5 mm diametru:

$F_s = 100$ mm² $= 0{,}0001$ m²;
X_t — efortul admisibil la tracţiune a materialului din acoră, t/m²;
$X_t = 3\,600 - 4\,600$ daN/cm²;
$X_t = 4\,000$ daN/cm² $= 40\,000$ t/cm²;
V — volumul rocii asigurat de ancoră, $V = 1{,}5$ m³;
γ — greutatea volumetrică a rocii;
$\gamma = 2{,}2$ t/cm³;

$$l_r = \sqrt{\frac{0{,}0001 \times 40\,000}{1{,}5 \times 2{,}2}} = 1{,}21 \text{ m}.$$

Din motive practice vom alege distanţa dintre ancore $l_r = 1$ m.

Această distanţă se încadrează în limita mărimilor recomandate de literatura de specialitate, potrivit căreia densitatea ancorelor variază între 0,75 şi 1,5 ancore/m².

Numărul de ancore pe un rînd va fi de şase bucăţi.

5. *Determinarea lungimii de ancoră necesară a fi betonată*

Lungimea pe care urmează ca ancora să fie betonată în funcţie de aderenţa dintre beton şi tija ancorei se determină cu relaţia:

$$l_1 = \frac{m \cdot P}{n \cdot \pi d_1 \cdot \tau_a}, \text{ cm} \quad (12)$$

unde:

l_1 este lungimea de fixare a ancorei în beton, cm;
P — forţa de ancorare; $P = 3\,300$ daN;
m — coeficientul de siguranţă la extragerea ancorei din ciment; $m = 1{,}5$;

d_1 — diametrul firelor de sîrmă sau al barei de ancorare, cm; $d_1 = 0{,}5$ cm;

n — numărul de fire sau bare dintr-o ancoră; $n = 5$ buc;

τ_a — rezistența de aderență a betonului la oțel, care depinde de tipul cimentului și rugozitatea suprafeței, daN/cm²; $\tau_a = 20$ daN/cm²;

$$l_1 = \frac{1{,}5 \cdot 3\,300}{5 \cdot 3{,}14 \cdot 0{,}5 \cdot 20} = 31{,}5 \text{ cm}.$$

Lungimea pe care trebuie fixată o ancoră într-o rocă stîncoasă se determină în funcție de aderența dintre betonul de umplutură și roca din pereții găurii de ancoraj:

$$l_2 = \frac{m \cdot P}{\pi d_2 \cdot \tau_b}, \text{ cm}, \qquad (13)$$

în care:

d_2 este diametrul găurii, cm; $d_2 = 4$ cm;

τ_b — rezistența de aderență a betonului la roca din pereții găurii, daN/cm²; $\tau_b = 20$ daN/cm²;

$$l_2 = \frac{1{,}5 \cdot 3\,300}{3{,}14 \cdot 4 \cdot 20} = 20 \text{ cm}.$$

Lungimea de fixare a ancorei l_f trebuie să satisfacă ambele relații astfel ca:

$$l_f \geqslant l_1 \text{ sau } l_2.$$

Întrucît ancorele se betonează pe toată lungimea, cele două relații sînt satisfăcute.

6. *Criterii de îmbunătățire a îmbinării dintre ancoră-beton și beton-rocă*

Îmbunătățirea îmbinării dintre ancoră și beton se poate realiza prin:

— suprafața ancorei să aibă o rugozitate cît mai mare sau anumite profile;

— evazarea la fundul găurii a sîrmelor ce compun ancora;

— despicarea ancorei formată dintr-o bară etc.

Prin aceste îmbunătățiri rezistența la smulgere a ancorei devine aproape egală cu rezistența la tracțiune a acesteia, ceea ce conduce la o lungime de betonare mai mică.

Pentru mărirea aderenței dintre beton și rocă se pot aduce o serie de îmbunătățiri, cum ar fi:

- rugozitatea peretelui găurii să fie cît mai mare;
- lărgirea fundului găurii;
- realizarea unor neregularități în peretele găurii;
- injectarea betonului la presiune cît mai mare.

După cum s-a observat în calculele făcute, pentru dimensionarea ancorelor s-au luat coeficienții de siguranță mari, dar asta nu înseamnă că acești coeficienți nu puteau să fie mai mici și dimensionarea să se facă ca atare, iar susținerea cu ancore să aibă o siguranță corespunzătoare.

Concluzii

1. Susținerea cu ancore betonate și plasă de sîrmă este o susținere simplă, sigură și ușor de realizat.

2. Dintre procedee'e de injectare a pastei de beton în gaură, recomandăm ca fiind cel mai eficient procedeul de injectare în retragere cu instalația prezentată, instalație ce poate fi realizată în atelierele oricărei unități miniere.

3. Ca tipuri de ancoră se poate utiliza oricare tip din cele prezentate sau chiar alte tipuri, funcție de materialele disponibile pentru confecționare de ancore.

4. Prin utilizarea acestei susțineri se realizează economii de materiale deficitare ca: lemn de mină, susținere metalică, betonată etc.

5. Productivitatea muncii la lucrările de susținere este ridicată.

6. Prețul de cost al susținerii este cu mult mai mic în comparație cu alte tipuri de susținere.

7. Prin instruirea și specializarea unor echipe pe acest gen de susținere se pot obține rezultate remarcabile.

8. Această tehnologie poate fi aplicată de către orice unitate minieră interesată, nefiind necesare aparate sau materiale din import.

Bibliografie

[1] Hobst, L., Zajic, J. *Ancorarea în roci.* Ed. tehnică, București, 1981.

[2] Benea, St., Faur, E., Mănescu, M. *Susținerea cu ancore și torcret.* Ed. tehnică, București, 1967.

[3] Bilă, M., Popa, Gh., Ion, M. *Construcții hidrotehnice subterane.* Vol. I. Ed. tehnică, București, 1981.

[4] Covaci, St., Bădulescu, D. *Exploatări miniere în subteran. Exemple de calcul.* Ed. tehnică, București, 1962.

[5] Muste, I. *Studiu privind susținerea cu ancore și plasă de sîrmă a lucrărilor miniere de la Exploatarea minieră Aghireș.* Studiu C.M. Cluj.

Cercetarea experimentală a procesului de introducere a materialului tubular în sondă (II)

Dr. ing. N. Calotă
Institutul de petrol și gaze Ploiești

În continuarea celor relatate în prima parte a materialului, din cele 38 oscilograme obținute în cadrul măsurătorilor experimentale, vor fi analizate numai o parte și anume cele referitoare la introducerea unor garnituri de foraj formate succesiv din 40, 71, 75 și 105 pași tripli.

Materialul tubular introdus în sondă a fost alcătuit din următoarele elemente:

- prăjini de foraj având diametrul nominal 127 mm (STAS 8037-67); lungimile coloanelor acestor prăjini, pentru numărul de pași precizat mai sus, au fost succesiv 1 082,93 m, 1 923,78 m, 2 033,34 m și 2 862,38 m;
- racorduri speciale IEI având diametrul nominal 127 mm (STAS 7570-66);
- prăjini grele având diametrele: exterior 158,8 mm și interior 57,2 mm (STAS 1898-71); lungimea coloanei acestor prăjini a fost constantă și anume 138,15 mm;
- sapă de foraj cu trei conuri, având diametrul nominal de 212,7 mm.

Sonda, în care s-a introdus materialul tubular, conținea fluid de foraj cu următoarele caracteristici:

$\rho_f = 1\,650$ kg/m³, masa specifică;
$\tau_0 = 13{,}891$ N/m², tensiunea dinamică de forfecare;
$\eta_p = 0{,}066$ Ns/m², viscozitatea plastică.

Manevrarea materialului tubular s-a efectuat în zona tubată a sondei. Diametrul interior al burlanului de tubaj a fost de 224,4 mm (STAS 875-70).

IV. Analiza oscilogramelor experimentale

Mărimile înregistrate pe oscilograme au fost etalonate, în ordonată, conform celor precizate anterior. Excepția o reprezintă eforturile din capetele benzii unde s-a preferat etalonarea momentului de frînare M_{fb} pe ordonata efortului din capătul fix al benzii de frînă F_M.

Referitor la sensurile pozitive de variație ale mărimilor măsurate, ele au fost astfel alese încît să nu producă o aglomerare a graficelor pe hîrtia de înregistrare. Astfel, toate mărimile au valorile nule în partea de jos a hîrtiei de înregistrare (dar nu la aceeași ordonată) și creșteri orientate ascendent, cu excepția graficelor eforturilor din capetele benzii de frînă care au zerourile în partea superioară a suportului de înregistrare și creșterile orientate descendent.

Mărimea din abscisa tuturor oscilogramelor este timpul (având sens de creștere spre dreapta). Pentru etalonarea acestei mărimi, luînd în considerare viteza hîrtiei de înregistrare, $v_h = 250$ mm/min, se obține o scară de 2,4 s/cm.

Inițial vom analiza modul de desfășurare a procesului de introducere a pasului nr. 75, utilizînd oscilograme obținute la coborîrea materialului tubular și ridicarea următoare a macaralei neîncărcate (fig. 10 și 11).

Ulterior vom prezenta și oscilogramele corespunzătoare unor etape ale procesului de introducere și anume: coborîrea pasului nr. 40 (fig. 12), extragerea din pene a pasului nr. 71

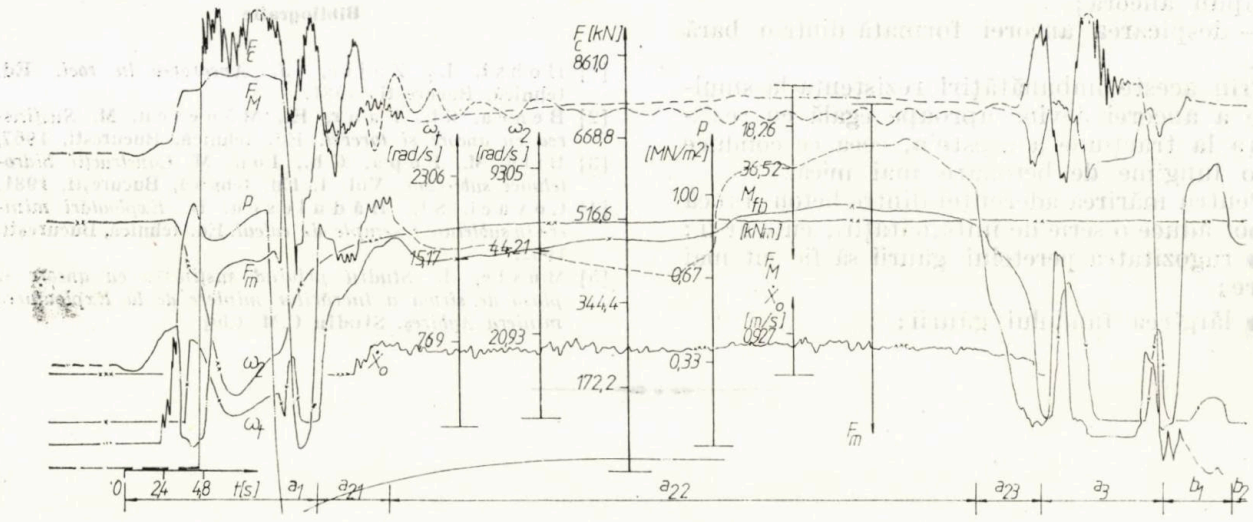


Fig. 10

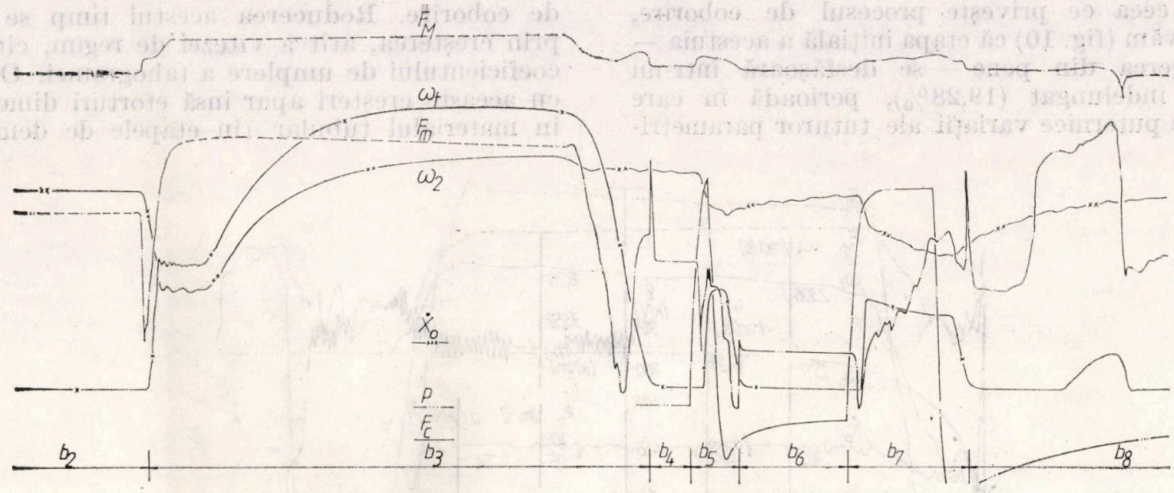


Fig. 11

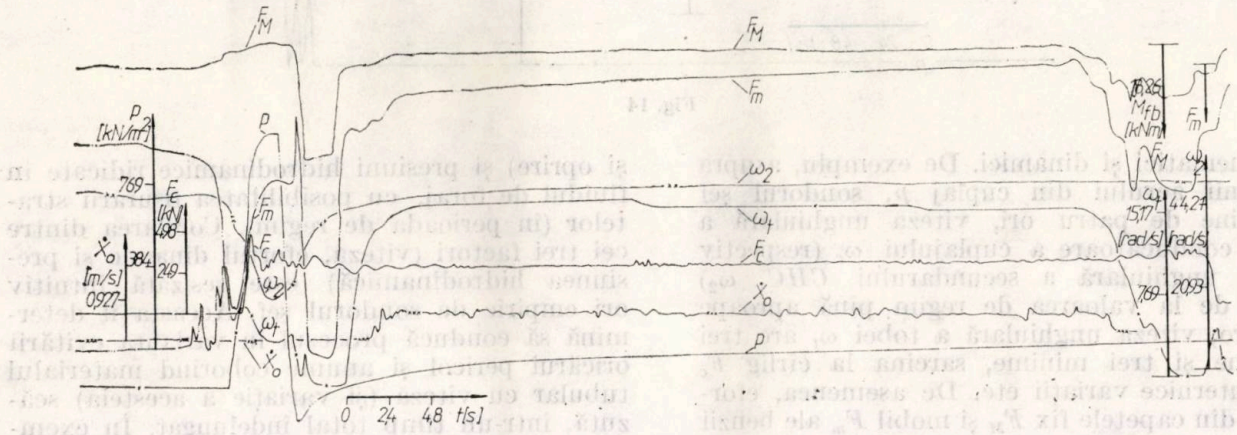


Fig. 12

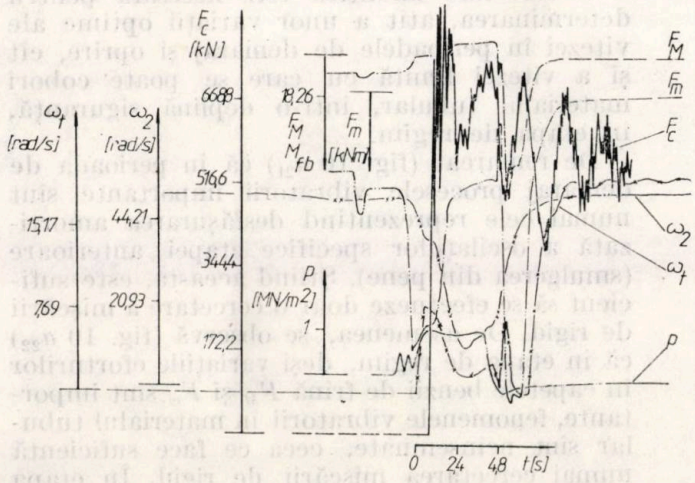


Fig. 13

Tabelul 2

Procesul	Etapa	Cod în figurile 10 și 11	Ponderea temporală, %
Procesul de coborîre a pasului nr. 75	Smulgerea din pene	a_1	19,28
	Coborîrea propriu-zisă	a_2	68,96
	Demarajul	a_{21}	6,00
	Regimul	a_{22}	57,36
	Oprirea	a_{23}	5,60
	Fixarea în pene	a_3	11,76
Procesul operațiilor pregătitoare ale pasului nr. 76	Desprinderea elevatorului	b_1	5,48
	Perioadă de așteptare	b_2	11,92
	Ridicarea macaralei	b_3	38,34
	Prinderea pasului	b_4	3,38
	Ridicarea pasului	b_5	3,83
	Aducerea pasului la axa sondei	b_6	8,18
	Centrarea	b_7	9,54
	Realizarea îmbinării	b_8	19,33

(fig. 13), regimul, oprirea și fixarea în pene a pasului nr. 105 (fig. 14).

Timpul necesar coborîrii pasului nr. 75 și operațiilor pregătitoare pentru pasul nr. 76 a fost de 2,24 min. Din acest timp cel necesar pentru procesul de coborîre a reprezentat 44,61%, iar cel aferent procesului operațiilor pregătitoare de 55,39%. Ponderile temporare ale diferitelor etape ale celor două procese sînt prezentate în tabelul 2.

În ceea ce privește procesul de coborîre, observăm (fig. 10) că etapa inițială a acestuia — smulgerea din pene — se desfășoară într-un timp îndelungat (19,28%), perioadă în care au loc puternice variații ale tuturor parametri-

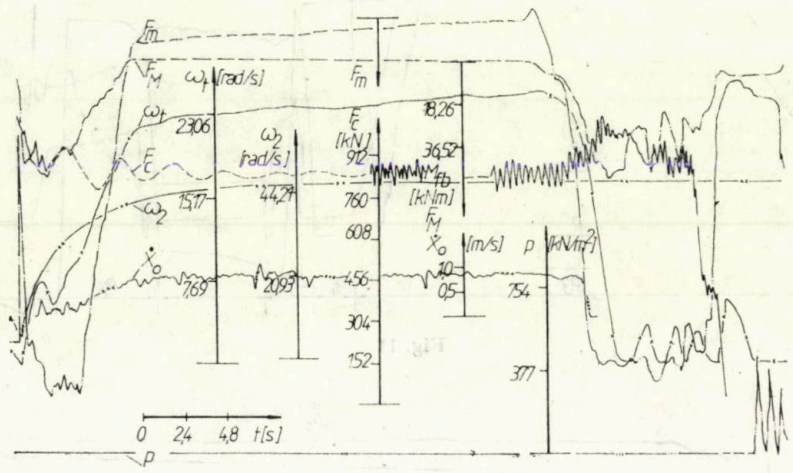


Fig. 14

lor cinematici și dinamici. De exemplu, asupra presiunii aerului din cuplaj p, sondorul șef intervine de patru ori, viteza unghiulară a părții conducătoare a cuplajului ω_c (respectiv viteza unghiulară a secundarului CHC, ω_2) scade de la valoarea de regim pînă aproape de zero, viteza unghiulară a tobei ω_t are trei maxime și trei minime, sarcina la cîrlig F_c are puternice variații etc. De asemenea, eforturile din capetele fix F_M și mobil F_m ale benzii de frînă au valori puternic variabile. Perioada mare de timp, în care sondorul șef desfășoară etapa de smulgere din pene, se explică prin incertitudinea ce decurge din faptul că acesta posedă numai o informație calitativă și empirică asupra fenomenelor dinamice importante (și a pericolului potențial de avarie) ce însoțesc această operație. De exemplu, oscilațiile mecanice cu amplitudini mari, ce pot apare, ar putea conduce, fie la deteriorarea prăjinilor, fie la desprinderea umărului racordului special de jugul elevatorului, urmată de o solicitare la șoc în aceleași elemente sau, simultan cu deschiderea elevatorului, de căderea liberă în sondă a materialului tubular.

O cunoaștere cantitativă a stărilor de eforturi din elementele sistemului IS—MT—S, obținută printr-o cercetare analitică, ar permite optimizarea desfășurării acestei etape.

De observat că, pe lîngă mișcarea de rigid, în această etapă, este necesar și un studiu elastodinamic asupra fenomenelor vibratorii care au loc în materialul tubular (fig. 10 a_1).

Coborîrea propriu-zisă a materialului tubular în sondă (cu etapele de demaraj, regim și oprire) se efectuează într-un timp reprezentînd ponderea principală (68,96%) din timpul procesului de coborîre. Reducerea acestui timp se face prin creșterea, atît a vitezei de regim, cît și a coeficientului de umplere a tahogramei. Odată cu aceste creșteri apar însă eforturi dinamice în materialul tubular (în etapele de demaraj și oprire) și presiuni hidrodinamice ridicate în fluidul de foraj, cu posibilitatea fisurării stratelor (în perioada de regim). Corelarea dintre cei trei factori (viteza, efortul dinamic și presiunea hidrodinamică) este sesizată intuitiv ori empiric de sondorul șef. Aceasta îl determină să conducă procesul în varianta evitării oricărui pericol și anume coborînd materialul tubular cu viteză (și variație a acesteia) scăzută, într-un timp total îndelungat. În exemplul prezentat, viteza medie de coborîre a fost de numai 0,65 m/s.

O cercetare analitică este necesară pentru determinarea, atît a unor variații optime ale vitezei în perioadele de demaraj și oprire, cît și a vitezei limită cu care se poate coborî materialul tubular, într-o deplină siguranță, în etapa de regim.

De remarcat (fig. 10 a_{21}) că în perioada de demaraj procesele vibratorii importante sînt numai cele reprezentînd desfășurarea amortizată a oscilațiilor specifice etapei anterioare (smulgerea din pene). Știind aceasta, este suficient să se efectueze doar o cercetare a mișcării de rigid. De asemenea, se observă (fig. 10 a_{22}) că în etapa de regim, deși variațiile eforturilor în capetele benzii de frînă F_M și F_m sînt importante, fenomenele vibratorii în materialul tubular sînt neînsemnate, ceea ce face suficientă numai cercetarea mișcării de rigid. În etapa de oprire, fenomenele vibratorii nu mai pot fi neglijate, impunîndu-se deci și un studiu elastodinamic (fig. 10 a_{23}).

Aceeași cunoaștere calitativă a proceselor dinamice, cît și intuirea unui pericol potențial la fixarea în pene a materialului tubular, face ca sondorul șef să desfășoare această

etapă cu multă atenție și într-un timp relativ îndelungat (11,76%). Pentru a exemplifica o desfășurare necorespunzătoare a acestei etape să observăm, în figura 10 a_3, că blocarea propriu-zisă este precedată de încă două opriri ale macaralei, ceea ce se realizează printr-o forță perturbatoare puternic variabilă și, în consecință, cu apariția unor procese vibratorii importante în elementele elastice. Ulterior fixării în pene apar, de asemenea, puternice oscilații mecanice în materialul tubular. Aceste oscilații pot cauza, fie ridicarea garniturii din pene, urmată de o cădere liberă în sondă, fie ruperea prăjinilor sub zona prinderii.

Cercetarea analitică a acestei etape trebuie să indice vitezele maxime pe care ar putea să le aibă materialul tubular la intrarea în pene, în vederea fixării.

De remarcat că, la această etapă, pe lîngă mișcarea de rigid o importanță deosebită prezintă și studiul elastodinamic al fenomenelor vibratorii.

În ceea ce privește procesul operațiilor pregătitoare (fig. 10 b_1, b_2 și 11 b_2, ..., b_8), trebuie arătat că posibilitățile de reducere a timpului respectiv sînt limitate din următoarele cauze:

- factorii tehnici sînt utilizați la valori maximale (viteza de ridicare a macaralei, viteza unghiulară a mosorului etc.);
- este necesară respectarea normelor de protecție a muncii personalului de la gura sondei.

O eventuală reducere a timpului corespunzător acestui proces ar putea fi obținută printr-o mai bună colaborare între membrii brigăzii de sondori (de exemplu reducerea perioadelor b_2, b_8 etc.).

Din desfășurarea acestui proces se observă că nu sînt etape ce ar putea fi optimizate printr-un studiu dinamic.

Analiza comparativă a oscilogramelor din figurile 12, 13 și 14, cu cercetarea analitică a etapelor respective ale procesului de introducere, va fi realizată într-un articol viitor.

Concluzii

1. Este prezentată metodologia măsurătorilor experimentale utilizabilă și pentru cercetarea procesului de extragere.

2. Prin rezultatul cercetării experimentale este prezentat modul de desfășurare al procesului de introducere, evidențiindu-se evoluția necorespunzătoare a unor etape ale acestuia.

3. Sînt făcute precizări asupra oportunității unor ipoteze de calcul în cercetarea analitică a dinamicii procesului de introducere.

Bibliografie

[1] Buzdugan, Gh., Blumenfeld, M. *Tensometria electrică rezistivă*. Ed. tehnică, București, 1966.

[2] Calotă, N. *Contribuții la cercetarea procesului de introducere a materialului tubular în sondă*. Teză de doctorat, I.P.G. Ploiești, 1982.

[3] Vlad, I. s.a. *Cercetări teoretico-experimentale privind dinamica instalațiilor de foraj diesel electrice comparativ cu cele diesel hidraulice*. I.P.G. Ploiești, 1975.

Cercetări privind îmbunătățirea eficienței separatoarelor de fund pentru gaze la sondele de petrol în pompaj de adîncime

Șef lucr. dr. ing. **V. Grigore**
Institutul de petrol și gaze Ploiești
dr. ing. **A. Ionel**,
Schela de extracție Tîrgoviște

I. Introducere

Dintre sectoarele industriei extractive, exploatarea prin sonde a zăcămintelor de hidrocarburi fluide reprezintă în prezent un domeniu deosebit de important, dată fiind cererea mereu mai mare de țiței și gaze, atît pentru nevoi energetice, cît și pentru valorificare în industria petrochimică.

Creșterea continuă a necesarului de țiței și gaze impune, pe de o parte, intensificarea cercetărilor geologice și geofizice pentru descoperirea de noi rezerve de hidrocarburi, iar pe de altă parte, perfecționarea metodelor actuale de exploatare a zăcămintelor pentru creșterea factorului final de recuperare.

Perfecționarea exploatării sondelor, atît în direcția intensificării afluxului de fluide în sistemul strat-sondă, cît și în direcția îmbunătățirii eficienței sistemelor de extracție constituie o problemă majoră și actuală a industriei extractive de petrol și gaze.

Dintre sistemele de extracție cunoscute, pompajul de adîncime cu prăjini se detașează, ca importanță, avînd în vedere, atît numărul de sonde care funcționează în acest sistem (aproximativ 85% în R.S.R., 79% în S.U.A., 67% în U.R.S.S. etc.), cît și producția realizată

de acestea. Tocmai de aceea specialiștii din industria de petrol și-au îndreptat atenția în direcția perfecționării și îmbunătățirii eficienței pompajului de adîncime cu prăjini.

În ansamblul dificultăților întîlnite în practica extracției țițeiului din sondele exploatate în pompaj de adîncime un loc important îl ocupă prezența gazelor în fluidul care curge din strat și ajunge în instalația de pompare din sondă. Lucrul acesta face ca pompa de adîncime să pompeze odată cu țițeiul și gazele prezente în amestecul care pătrunde în cilindrul ei, fapt ce conduce la micșorarea randamentului volumetric al pompei și la o serie de dificultăți în funcționarea acesteia.

Studiile și cercetările efectuate de specialiști, cu scopul de a determina cît mai exact influența prezenței gazelor în instalația de pompare, au dus la o serie de rezultate din care se desprind concluzii cu privire la principalii parametri ai regimului de lucru care influențează funcționarea pompei și, în special, randamentul volumetric al acesteia.

Pornind de la aceste constatări, în cercetările realizate au fost abordate și studiate o serie de aspecte privind îmbunătățirea eficienței separatoarelor de fund pentru gaze care echipează instalațiile de pompare ale sondelor de petrol exploatate în pompaj de adîncime cu prăjini, în scopul creșterii randamentului volumetric al pompelor de extracție. Rezultatele obținute au condus la o serie de concluzii de care trebuie să se țină seama în practica exploatării sondelor în pompaj.

II. Influența prezenței gazelor asupra comportării instalațiilor de pompare la sondele exploatate în pompaj de adîncime

Influența prezenței gazelor în instalația de pompare la sondele care funcționează în pompaj de adîncime cu prăjini este de o importanță deosebită pentru eficiența volumetrică a acestui sistem de extracție, prin efectele nedorite pe care le are această prezență în instalația de pompare.

Dintre efectele nedorite produse de prezența gazelor în instalația de pompare cele mai importante sînt:

— micșorarea randamentului volumetric al pompei de adîncime;

— întreruperi în funcționarea pompei („gas-locking").

În urma studiilor și cercetărilor efectuate s-a constatat că pentru prevenirea și combaterea, atît a micșorării randamentului volumetric al pompei de adîncime, cît și blocării cu gaze a acesteia sînt trei posibilități:

- micșorarea rației gaze-țiței care trece prin pompă;
- micșorarea rației de compresie sub care lucrează pompa;
- micșorarea spațiului mort relativ al pompei.

Dealtfel aceste aspecte sînt puse în evidență și de exprimarea matematică a randamentului volumetric bifazic η_{lb}, dat de relația:

$$\eta_{lb} = \frac{1}{1-s}\left(\frac{1}{z}\cdot\frac{cR+z}{cR+1} - s\right)\left(f + \frac{z}{cR+z}\right) \tag{1}$$

unde:

R este rația gaze-țiței care trece prin pompă;
z — rația de compresie sub care lucrează pompa;
s — spațiul mort relativ al pompei;
f — factorul de structură;
c — coeficient care ține seama de influența solubilității și histereza solubilității asupra randamentului volumetric bifazic.

Dacă ne referim la primul aspect, poate cel mai important și totodată implicat în studiul ce a făcut obiectul cercetărilor de față, se poate arăta că rația gaze-țiței care trece prin pompa R reprezintă rația gaze-țiței care trece prin pompa de adîncime în condițiile de stare existente la aspirația pompei: presiunea de aspirație p_a și temperatura de aspirație T_a.

Expresia analitică a rației gaze-țiței care trece prin pompă, în funcție de condițiile standard, are forma:

$$R = RGT(1 - K_s)\frac{p_0}{p_a}\cdot\frac{T_a}{T_0}\cdot\frac{Z}{b_t} \tag{2}$$

unde:

RGT este rația gaze-țiței totală a sondei, m^3N/m^3;
K_s — coeficientul de separare a gazelor în coloana sondei (raportul dintre debitul de gaze produs prin coloană și debitul total de gaze al sondei);
p_a — presiunea de aspirație a pompei, bari;
p_0 — presiunea atmosferică, bari;
T_a — temperatura amestecului gaze-țiței la admisia în pompă, °K;
T_0 — temperatura absolută, °K;
Z — coeficientul de compresibilitate al gazelor;
b_t — coeficientul de volum al țițeiului.

Din analiza relației (2) se pot determina factorii care conduc la micșorarea, respectiv la mărirea rației gaze-țiței care trece prin pompa de adîncime și ceea ce este mai important, se pot stabili acei factori care pot fi influențați în procesul de pompare astfel încît rația gaze-țiței care trece prin pompă să se micșoreze.

Factorii RGT, T_a, Z și b_t depind, în principal, de condițiile hidrodinamice de curgere ale amestecului bifazic gaze-țiței în stratul productiv, de adîncimea la care este situat stratul și de proprietățile fizico-chimice ale amestecului gaze-țiței. Acești factori nu pot fi influențați de operator în cadrul procesului de extracție a țițeiului prin pompaj de adîncime. În schimb, coeficientul de separare a gazelor în coloana sondei K_s, adică eficiența instalației de separare a gazelor, este dependentă de intervenția operatorului. De asemenea, presiunea de aspirație a pompei p_a poate fi influențată în cadrul parametrilor procesului de pompare în cazul pompajului de adîncime cu prăjini.

Tot din relația (2) rezultă că pentru a micșora rația gaze-țiței care trece prin pompă, coeficientul de separare a gazelor în coloana sondei K_s trebuie să fie cît mai mare (instalație de separare a gazelor eficientă) și valoarea presiunii de aspirație a pompei p_a să fie cît mai ridicată.

Scăderea rației gaze-țiței care trece prin pompă, prin creșterea presiunii de aspirație a acesteia, se poate face în două moduri:

— coborîrea pompei de extracție cît mai aproape de perforaturile coloanei. În acest caz trebuie avut în vedere ca pompa să nu fie plasată în zona de turbulență existentă în dreptul perforaturilor ci deasupra sau dedesuptul acestei zone. Deasupra perforaturilor trebuie căutată zona unde fluidul curge în regim laminar deoarece acesta asigură o separare mai bună a gazelor în spațiul inelar;

— crearea unei presiuni suplimentare în coloana sondei.

În ceea ce privește rația de compresie sub care lucrează pompa z, aceasta este definită de expresia:

$$z = \sqrt[k]{\frac{p_r}{p_a}} \qquad (3)$$

unde:

k este coeficientul adiabatic al gazelor comprimate;

p_r — presiunea de refulare a pompei, bari;

p_a — presiunea de aspirație a pompei, bari.

Analizînd relația (1) rezultă că randamentul volumetric bifazic scade odată cu creșterea rației de compresie. Prin urmare, factorii care duc la creșterea rației de compresie sub care lucrează pompa conduc, implicit, și la scăderea randamentului bifazic.

Considerînd coeficientul adiabatic al gazelor ca un factor mai puțin influențabil, el fiind o caracteristică fizică a gazelor comprimate, factorii care duc la scăderea rației de compresie sînt:

- scăderea presiunii de refulare a pompei;
- creșterea presiunii de aspirație a pompei.

Acestea sînt deci și căile de creștere a randamentului volumetric bifazic.

În general, micșorarea adîncimii de pompare duce la scăderea presiunii de refulare a pompei și, implicit, la creșterea randamentului volumetric bifazic. Dacă însă analizăm influența presiunii de aspirație asupra rației gaze-țiței care trece prin pompa de adîncime se constată că prin coborîrea pompei cît mai jos — aproape de perforaturi — se obține o creștere a randamentului volumetric bifazic. Iată deci influența, în sens contrar, a creșterii adîncimii de fixare a pompei de extracție: odată acționînd prin intermediul presiunii de refulare la scăderea randamentului volumetric bifazic și în același timp prin intermediul presiunii de aspirație la creșterea valorii acestui parametru.

Considerînd însă numai influența presiunii de refulare, respectiv a adîncimii de fixare a pompei, presiunea de aspirație rămînînd constantă, se constată că odată cu creșterea presiunii de refulare randamentul volumetric bifazic scade. Același mod de influență îl are și rația gaze-țiței care trece prin pompă.

Rația de compresie analizată mai sus este cea care caracterizează instalația de pompare. Se poate vorbi însă și de o rație de compresie posibil de realizat în pompa de adîncime în condițiile unui spațiu mort dat și a unei rații gaze-țiței date. Pentru micșorarea efectelor nedorite este evident că pompa respectivă trebuie să realizeze rații de compresie cît mai mari. În cazul cînd rația de compresie realizată de pompă depășește rația de compresie existentă în instalația de pompare, atunci pompa nu debitează. Avînd în vedere aceste considerente rezultă necesitatea ca rația de compresie să fie realizată de pompă în trepte. Utilizarea unor pompe de adîncime cu compresie în trepte (comprimare succesivă a amestecului gaze-țiței în spații separate) constituie o metodă eficientă în pompajul bifazic.

În sfîrșit, luînd în considerare și spațiul mort relativ al pompei s, acesta este dat de relația:

$$s = \frac{V_0}{V_c} = \frac{V_0}{V_p + V_0} \qquad (4)$$

sau:

$$s = \frac{V_0}{V_p + V_0} = \frac{V_s l_s}{V_s S_p + V_s l_s} = \frac{l_s}{S_p + l_s} \qquad (5)$$

unde:

V_0 este volumul spațiului mort al pompei, m^3;

V_c — volumul total al cilindrului pompei, m^3;

V_p — volumul cilindrului pompei parcurs de piston, m^3;

V_s — volumul pe unitatea de lungime a cilindrului pompei, m^3;
l_s — lungimea spațiului mort din cilindrul pompei, m;
S_p — cursa pistonului, m.

După cum se cunoaște, randamentul volumetric bifazic scade odată cu creșterea spațiului mort relativ al pompei de adîncime. Rezultă deci că pentru a evita efectele nedorite datorită prezenței gazelor în instalația de pompare, spațiul mort relativ al pompei trebuie să fie cît mai mic posibil.

Din relația (5) se constată că mărimea spațiului mort relativ al pompei este influențată de următorii factori:

— lungimea spațiului mort din cilindrul pompei, l_s;

— cursa pistonului, S_p.

Aceasta înseamnă că, cu cît cursa pistonului este mai mare, cu atît spațiul mort relativ este mai mic. Deci, pentru a diminua influența negativă a spațiului mort relativ al pompei, cursa pistonului trebuie să fie cît mai mare posibil. De aceea, la proiectarea instalației de pompare la o sondă, în cazul pompajului bifazic, este indicat ca alegerea combinației A_p (aria secțiunii transversale a pistonului), S_p (cursa pistonului) și n (numărul de curse duble/minut ale pistonului) să se facă pe baza criteriului S_p maxim și n minim.

De asemenea, pentru a micșora spațiul mort relativ este necesar ca lungimea spațiului mort din cilindrul pompei l_s să fie cît mai mică. Pentru aceasta, construcția pompei de extracție trebuie astfel aleasă încît l_s să fie minim posibil. Practic acest lucru se realizează prin: scurtarea niplului de prelungire; utilizarea unor colivii speciale; micșorarea lungimii cepului extractor; montarea supapei pistonului la partea inferioară a acestuia; evitarea folosirii pompelor de adîncime cu supape duble; fixarea pistonului în pompă la partea inferioară (fereastră minimă).

Asupra întreruperii în funcționare a pompei de adîncime se constată, din descrierea fenomenului fizic de pompare bifazică, că pătrunderea gazelor în cilindrul pompei duce la întîrzieri ale deschiderii, atît a supapei de admisie, cît și a supapei de refulare. Aceste întîrzieri pot fi maxime și egale cu durata cursei ascendente sau descendente, astfel încît supapa să nu se mai deschidă. În acest caz amestecul de fluide din cilindrul pompei este succesiv comprimat și destins într-un spațiu închis și deci pompa nu mai debitează, găsindu-se în situația întreruperii funcționării ei datorită blocării cu gaze („gas-locking").

Atunci cînd se produce blocarea cu gaze a pompei de adîncime randamentul volumetric bifazic este zero. Din analiza matematică a relației (1) se găsesc condițiile din domeniul real pentru care randamentul volumetric bifazic se anulează.

Astfel:

$$\frac{1}{z} \cdot \frac{cR + z}{cR + 1} - s = 0 \qquad (6)$$

relație care reprezintă ecuația curbei de blocare în domeniul real $R - z$.

Relația (6) constituie definiția matematică a blocării cu gaze a pompei de adîncime și indică participarea cantitativă a fiecăruia din parametrii care o compun la fenomenul blocării cu gaze a pompei.

În general, prima posibilitate de prevenire a blocării cu gaze a pompei este micșorarea, pe cît posibil, a spațiului mort relativ s. În continuare celelalte posibilități de prevenire a blocării cu gaze sînt: micșorarea ratiei gaze-țiței care trece prin pompă și reducerea ratiei de compresie cu care lucrează pompa.

III. Separatoare de fund pentru gaze

Separatoarele de fund pentru gaze sînt dispozitive de construcție specială, situate în apropiere de admisia pompei de adîncime, destinate separării și evacuării — de la aspirația pompei — a gazelor libere conținute în lichidul extras.

O bună și eficientă funcționare a separatoarelor de fund pentru gaze, respectiv un coeficient de separare a gazelor K_s cît mai mare, conduce la micșorarea ratiei gaze-țiței care trece prin pompă și deci la creșterea randamentului volumetric bifazic.

Singurul principiu cunoscut și aplicat la separarea gazelor de lichid este separarea gravitațională. Datorită diferenței de greutate specifică dintre gaze și lichid apare o diferență între viteza gazelor și cea a lichidului în timpul curgerii acestui amestec, denumită viteză relativă de curgere a gazelor sau viteză de plutire. Valoarea și schimbarea direcției acestei viteze relative de curgere a bulelor de gaze sînt parametrii de bază în procesul de separare.

Principalele fenomene fizice care duc la modificarea valorii și schimbării direcției vitezei relative de curgere a bulelor de gaze și deci a vitezei și direcției curgerii amestecului gaze-lichid sînt: schimbarea direcției de curgere a amestecului, despărțirea amestecului în părți, gruparea bulelor de gaze și căderea de presiune. În funcție de gradul de participare a acestor fenomene la procesul de separare, A. N. Adonin face următoarea clasificare a tipurilor fundamentale de separatoare de fund pentru gaze.

a. Separatorul bazat pe fenomenul schimbării direcției curentului amestecului de gaze-lichid cu 180° — separatorul simplu.

b. Separatorul bazat pe acțiunea fenomenului de schimbare a direcției cu 180° și despărțirea

curentului de amestec în părți — separatorul cu mai multe corpuri.

e. Separatorul bazat pe acțiunea fenomenului schimbării direcției curentului cu 90°, despărțirea curentului în părți și gruparea bulelor de gaze — separatorul cu talere.

d. Separatorul bazat pe acțiunea fenomenului de schimbare a direcției curentului cu 180° și gruparea bulelor de gaze — separatorul umbrelă.

e. Separatorul bazat pe acțiunea fenomenelor: schimbarea direcției curentului cu 180°, despărțirea curentului în mai multe părți și gruparea bulelor de gaze — separatorul umbrelă de mare secțiune.

f. Separatorul bazat pe acțiunea fenomenelor de schimbare a direcției curentului cu 180° și a căderii de presiune.

g. Separatorul bazat pe acțiunea fenomenului de grupare a bulelor de gaze.

După cum se poate observa, această clasificare se bazează pe fenomenele fizice care participă la separarea gazelor, luate singular sau în combinație. Din acest punct de vedere, clasificării de mai sus i se pot adăuga și alte combinații de participare la separare a acestor fenomene.

Se constată, din activitatea practică, că fenomenul de schimbare a direcției curentului cu 180° este preponderent în funcționarea separatoarelor de fund pentru gaze construite pînă în prezent. În acest caz amestecul gaze-lichid se ridică în coloana de exploatare *3*, se întoarce cu 180° și intră în corpul separatorului *2* (fig. 1). La întoarcerea curentului, cea mai mare parte a bulelor de gaze prezente în masa lichidului se ridică din zona curentului de amestec în zona imobilă a lichidului — se separă — iar curentul cu conținut scăzut (sau nul) de gaze libere se deplasează în jos spre tubul de aspirație al pompei de adîncime *l*.

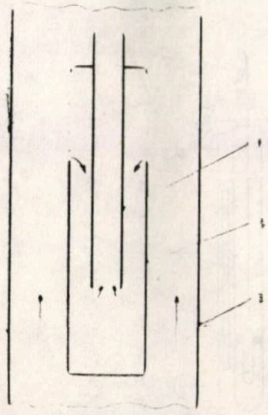


Fig. 1. Schema de funcționare a separatoarelor de fund pentru gaze

Teoria elaborată de I. G. Belov ia în considerare acest fenomen, autorul împărțind procesul separării gazelor la întoarcerea curentului cu 180° în două părți:

- separarea gazelor în coloana de exploatare a sondei sau devierea curentului cu 90°;
- separarea gazelor în corpul separatorului sau devierea curentului cu încă 90°.

Conform acestei teorii o primă etapă a separării gazelor are loc în spațiul inelar dintre coloana sondei și corpul separatorului, iar a doua etapă în interiorul separatorului, după trecerea unora din bulele de gaze prin deschiderile separatorului. Cu toate acestea, I. G. Belov a arătat experimental (pe calea observării vizuale) că în corpul separatorului, în spațiul de sub deschiderile acestuia, separarea se produce într-un grad foarte mic.

Experiențele ulterioare, efectuate de A. N. Adonin și V. F. Troițki, au confirmat această teorie prin care separarea gazelor se produce în spațiul inelar coloană-separator, iar în corpul separatorului numai în zona deschiderilor acestuia. Cei doi au arătat că:

$$K_s = K_{si} + K_{ds} = \frac{A}{1 + \frac{w_{si}}{w}} + \frac{B}{1 + \frac{w_s}{w}} \qquad (7)$$

unde:

K_s — este coeficientul total de separare al gazelor;

K_{si}, K_{ds} — coeficientul de separare în spațiul inelar, respectiv în zona deschiderilor din corpul separatorului;

w_{si}, w_s — viteza curentului de lichid în spațiul inelar, respectiv în corpul separatorului;

w — viteza de plutire a bulelor de gaze;

A, B — constante care depind de tipul constructiv al separatorului.

Această relație a fost dedusă făcîndu-se următoarele supoziții: uniformitatea curentului de curgere; diametre egale ale bulelor de gaze; traiectorii analoge și circulare ale particulelor de lichid la întoarcerea curentului cu 180°; absența turbulenței la întoarcere; mișcarea curentului în spațiul inelar numai de jos în sus. Toate aceste supoziții dau evident un caracter cu totul empiric relației (7). Experiențele efectuate de cei doi cercetători au pus în evidență însă valabilitatea relației pentru separatoare de fund în cazuri experimentale concrete. Este de la sine înțeles dificultatea determinării într-un caz practic a mărimilor A, B și w. Din această cauză calculul separatoarelor de fund pentru gaze pentru condițiile reale ale sondelor de petrol rămîne o problemă nesoluționată.

Teoria și experiențele realizate de I. G. Belov și A. N. Adonin au dus la o serie de concluzii interesante și anume:

- separarea aproape totală a gazelor are loc în spațiul inelar dintre coloana sondei și separator, iar în corpul separatorului numai în zona deschiderii acestuia. Lungimea hidraulică a separatorului — distanța de la deschiderea separatorului la admisia pompei de adîncime — nu influențează procesul de separare;
- procesul de separare este influențat de raportul dintre suprafața spațiului inelar și suprafața corpului separatorului;
- procesul de separare este influențat de mărimea suprafeței deschiderii separatorului.

Toate aceste elemente pun la îndoială modul de dimensionare a separatoarelor de fund pentru gaze care se practică în prezent. Această dimensionare se bazează pe faptul că separarea are loc în corpul separatorului și se pune condiția ca viteza de ridicare a bulelor de gaze să fie mai mare decît viteza de coborîre a lichidului în corpul separatorului, de unde rezultă:

$$A_s > 0{,}0306 \frac{A_p S_p n \nu}{\alpha d^2} \qquad (8)$$

și:

$$l = \frac{A_p S_p}{\alpha A_s} \qquad (9)$$

unde:

A_s este aria secțiunii spațiului inelar prin care coboară lichidul, m²;
A_p — aria secțiunii pistonului pompei, m²;
S_p — cursa pistonului, m;
n — numărul de curse duble/minut ale pistonului pompei;
ν — viscozitatea cinematică a lichidului, m²/s;
α — coeficientul de utilizare a separatorului ($\alpha = 0{,}6 \ldots 0{,}7$);
d — diametrul bulelor de gaze, m;
l — lungimea hidraulică a separatorului, m.

Avînd în vedere neajunsurile menționate și ținînd seama de faptul că problema dimensionării separatoarelor de fund pentru gaze este destul de dificil de realizat, în lucrarea de față au fost abordate o serie de aspecte caracteristice funcționării acestor dispozitive, pentru anumite condiții de lucru date, în scopul îmbunătățirii eficienței lor la sondele în pompaj pe care le echipează.

IV. Instalație pilot pentru determinarea parametrilor de influență a pompajului bifazic

Pentru studierea și determinarea parametrilor de influență a pompajului bifazic a fost proiectată și realizată constructiv o instalație pilot cu care se pot simula regimuri de lucru la sondele în pompaj echipate cu pompe de extracție acționate cu prăjini, cu adîncimi pînă la 2 500—3 000 m.

Descrierea constructivă și funcțională a instalației (fig. 2) este următoarea: dintr-un rezervor *1*, o pompă centrifugă *2* trage lichid pe care îl refulează printr-un regulator de debit *3* (care menține un debit de lichid constant), într-o conductă comună *7*, unde, concomitent, un compresor *4*, comprimă un gaz și îl refulează printr-un debitmetru *5* și un regulator de debit *6* (care menține un debit constant de gaze). Amestecul de gaze și lichid din conducta *7* trece printr-un amestecător gaze-lichid *8*, unde se face un amestec intim și omogen al gazului cu lichidul, apoi printr-un schimbător de căldură *9*, care aduce amestecul la temperatura dorită, și de aici, printr-un robinet de reținere *10*, intră într-un simulator de strat *A*.

Simulatorul de strat este constituit din două corpuri de formă tubulară, unul exterior *11*

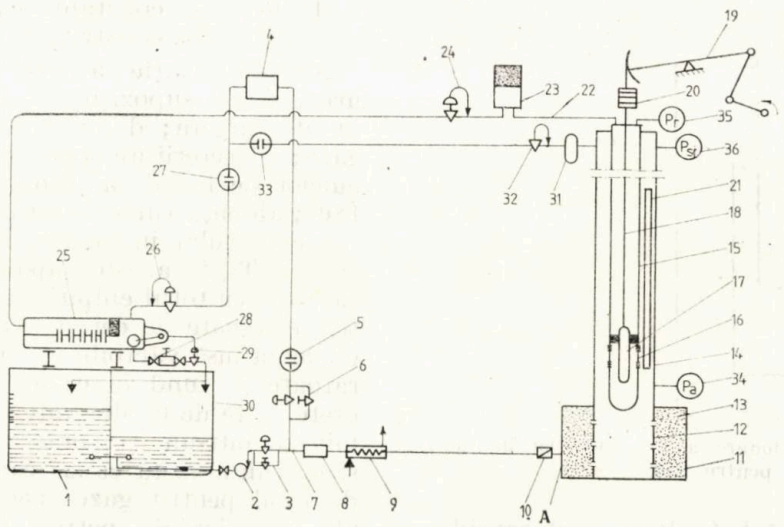


Fig. 2. Instalație experimentală pentru determinarea parametrilor de influență a pompajului bifazic

și altul interior *12* prevăzut cu orificii avînd diametrul de 10 mm, asemănător coloanelor de sondă perforate. Spațiul inelar dintre cele două corpuri tubulare este umplut cu o masă poroasă *13*, formată din cuarț consolidat cu un liant corespunzător (rășină epoxidică).

Din simulatorul de strat amestecul gaze-lichid pătrunde într-o coloană de burlane *14*, în care se găsește o coloană de țevi de extracție *15*, care are la capătul inferior un separator de fund pentru gaze *16* și o pompă de adîncime *17*, acționată prin intermediul unei garnituri de prăjini *18* de un sistem bielă-manivelă *19* (o unitate de pompare de capacitate mică), contrabalansat de o greutate *20*. Coloana de burlane este prevăzută cu o sticlă de nivel *21*, pentru vizualizarea fenomenului de separare la nivelul separatorului de fund.

Pompa de adîncime pompează amestecul gaze-lichid prin coloana de țevi într-o conductă *22*, pe care sînt montate un amortizor de pulsații *23*, ce uniformizează presiunea de refulare a pompei, și un regulator de presiune *24*, care menține constantă presiunea de refulare a pompei de adîncime. Prin conducta *22* amestecul gaze-lichid pompat ajunge într-un separator orizontal gaze-lichid *25*, care separă gazele de lichid la o presiune cît mai mică (presiunea atmosferică), reglată de un regulator de presiune *26*, ce menține constantă presiunea din separator. Gazele separate trec printr-un debitmetru de măsurat gaze *27*, la aspirația compresorului *4*, iar lichidul, printr-un debitmetru *28* și un regulator de nivel *29*, ajunge într-un vas rezervor *30*.

Gazele separate, atît în spațiul inelar dintre coloana de țevi de extracție, cît și în separatorul de fund sînt evacuate printr-un separator gaze-lichid *31*, la o presiune prescrisă și ținută constantă de un regulator *32*, printr-un debitmetru de gaze *33*, la aspirația compresorului *4*.

Coloana de burlane a instalației este prevăzută cu un manometru înregistrator *34*, care înregistrează presiunea de aspirație a pompei de adîncime și un manometru înregistrator *35*, care înregistrează presiunea de refulare a aceleiași pompe, cît și cu un manometru înregistrator *36*, care înregistrează presiunea din spațiul inelar dintre coloana de burlane și coloana de țevi de extracție.

Cu ajutorul regulatorului de debit a lichidului *3* și a regulatorului de debit a gazelor *6* se poate realiza și menține constantă orice valoare a rației gaze-lichid a amestecului, iar cu regulatoarele de presiune *32* și *24* se pot crea oricare din presiunile de aspirație și refulare a pompei de adîncime, deci orice rație de compresie a pompei. De asemenea, prin schimbătorul de căldură *9* amestecul de fluid circulat poate fi adus la temperatura dorită.

Prin variația parametrilor unității de pompare se pot realiza diferite viteze de pompare.

Caracteristica esențială a acestei instalații este aceea că, pe de o parte, regulatoarele existente fac posibilă menținerea constantă a parametrilor regimului de lucru, iar pe de altă parte, aparatele înregistratoare cu care este echipată dau posibilitatea înregistrării acestor parametri și deci posibilitatea interpretării lor ulterioare.

V. Rezultatele obținute în urma experiențelor efectuate în instalația pilot

Programul experimental efectuat în instalația pilot a cuprins peste 100 teste de pompare a amestecurilor bifazice gaze-lichid. Parametrii de lucru ai acestor teste au fost aceiași cu cei întîlniți la sondele reale în pompaj de adîncime care exploatează un zăcămînt cunoscut luat în studiu.

Domeniile de variație a parametrilor regimurilor de lucru în testele efectuate în instalația pilot au fost :

- debitul real de lichid . . . . . .1...20 m^3/zi ;
- debitul de gaze .2...500 Nm^3/zi ;
- rația gaze-lichid. .0,15...500 Nm^3/m^3 ;
- rația gaze-lichid care trece prin pompă . . . . .0,15....30 m^3/m^3 ;
- cursa pistonului în pompă . . . . .0,4...0,9 m ;
- numărul de curse duble ale pistonului . . . . . .5...10 curse/min ;
- presiunea de aspirație a pompei . .1...20 bari ;
- presiunea de refulare a pompei . .30...120 bari ;
- diametrul pistonului pompei . . .$1^1/_4$...$1^3/_4$ in ;
- spațiul mort relativ . . . . . .0,05...0,5 ;
- fluide pompate :
  - apă aditivă cu polimeri + gaze ;
  - țiței + gaze.

În coloana de burlane a instalației pilot au fost testate diferite tipuri de separatoare de fund pentru gaze ai căror parametri dimensionali au fost variați, determinîndu-se eficiența lor prin calculul coeficientului de separare a gazelor K_s.

Astfel, pentru un separator de fund pentru gaze STAS tip A de $4^1/_2$ in, folosit în exclusivitate la sondele în pompaj de adîncime de pe zăcămîntul considerat, în care a funcționat o pompă de adîncime tip P $2^3/_8 \times 1^1/_4$ in, s-a variat lungimea hidraulică a separatorului în condițiile menținerii constante a celorlalți parametri funcționali și dimensionali ai instalației

de pompare, obținîndu-se următoarele rezultate:

— lungimea hidraulică, l: 0,2; 0,5; 1,1; 1,5 și 2,0 m;

— coeficientul de separare, K_s: 0,87; 0,89; 0,86; 0,89 și 0,88.

Aceste rezultate ne îndreptățesc să afirmăm că, în condițiile de lucru arătate, lungimea hidraulică a separatorului nu a influențat practic eficiența sa.

De asemenea, în instalația pilot au fost efectuate experiențe din care să rezulte influența suprafeței deschiderii separatorului asupra procesului de separare a gazelor. Astfel, pentru suprafața deschiderii constituită dintr-un număr mai mic sau mai mare de fante longitudinale cu dimensiunile de 2 × 100 mm, s-au obținut următoarele rezultate:

— suprafața deschiderii, A_d: 10 cm²; 20 cm²; 30 cm²; 40cm² și 50 cm²

— coeficientul de separare, K_s: 0,80; 0,86; 0,91; 0,93 și 0,94.

Toate aceste rezultate au fost obținute pentru o lungime hidraulică a separatorului de 0,2 m și pentru aceiași parametri ai regimului de pompaj, ca și în testele anterioare și demonstrează că suprafața deschiderii influențează procesul de separare a gazelor în sensul creșterii eficienței separatorului odată cu creșterea acestei suprafețe. De remarcat faptul că această suprafață a deschiderii separatorului trebuie să fie constituită din fante sau orificii cu suprafețe cît mai mici dar într-un număr cît mai mare.

S-au experimentat totodată o serie de separatoare de fund pentru gaze cu lungimea hidraulică de 0,2 m, suprafața deschiderii de 20 cm² (două rînduri a 10 slițuri de 1 × 100 mm) și cu diametre de $2^7/_8$, $3^1/_2$, 4 și $4^1/_2$ in introduse într-o coloană de burlane de 6 in. Și în acest caz toți ceilalți parametri ai regimului de pompaj bifazic au rămas constanți și la valorile din experiențele anterioare. Rezultatele obținute au fost:

— diametrul separatorului d_s: $2^7/_8$; $3^1/_2$; 4 și $4^1/_2$ in;

— coeficientul de separare, K_s: 0,93; 0,88; 0,84 și 0,81.

Se constată, prin urmare, că pe măsură ce suprafața spațiului inelar dintre coloana de burlane și corpul separatorului crește, cu atît coeficientul de separare, respectiv eficiența separatorului, se mărește.

În concluzie, apare evident faptul că în alegerea, dimensionarea și construcția separatoarelor de fund pentru gaze este necesar să se țină seamă de elementele noi puse în evidență ca urmare a programului de cercetări realizat.

VI. Model de separator de fund pentru gaze cu eficiență mărită

Rezultatele obținute în urma experiențelor efectuate în instalația pilot duc la concluzia că pentru creșterea eficienței separatoarelor de fund pentru gaze (nu se ia în considerare prezența impurităților solide-nisip, marne, argile etc. — în fluidul pompat), parametrii dimensionali ai separatorului model trebuie să îndeplinească următoarele condiții:

— lungimea hidraulică a separatorului cît mai mică, în funcție de lungimea pompei de adîncime;

— suprafața deschiderii separatorului cît mai mare, constituită din fante sau orificii cu dimensiuni mici dar în număr mare;

— diametrul separatorului în secțiunea suprafeței deschiderii cît mai mic.

În cazul în care se ține seama de impuritățile solide din fluidul pompat, pentru o eventuală depunere a acestora în separator, atunci modelul de mai sus trebuie să fie prevăzut, la partea inferioară, cu un corp de depozitare cu diametrul cît mai mare.

Modelul de separator propus — prezentat constructiv în figura 3 — a fost experimentat la mai multe sonde în pompaj de adîncime,

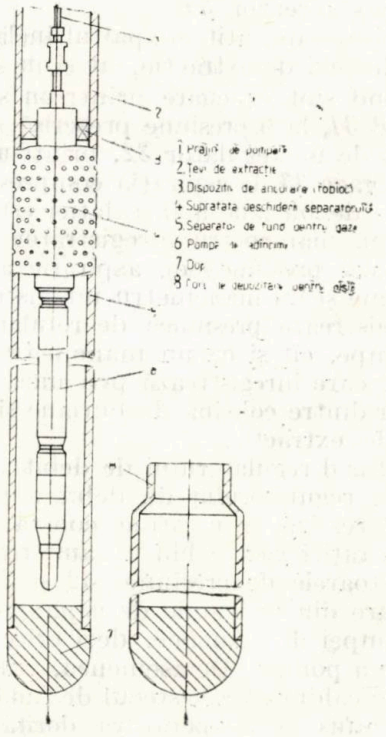


Fig. 3. Model de separator de fund pentru gaze

sonde la care randamentul volumetric al pompelor de extracție avea valori cuprinse între 0,3 și 0,4. Pentru a evalua eficiența acestui tip de separator s-au efectuat, la sondele analizate, măsurători ale debitelor de gaze produse prin coloana de țevi și prin coloana de exploatare și a debitelor de lichid extrase. În continuare s-a calculat coeficientul de separare a gazelor ale cărui valori au crescut de la 80 la 95%, datorită scăderii rației gaze-lichid care a trecut prin pompă, și randamentul volumetric al pompelor de adîncime care a crescut pînă la aproximativ 0,6.

De asemenea, folosind datele de mai sus, la care s-au adăugat măsurători ale presiunii de fund și interpretări ale diagramelor ridicate la prăjina lustruită cu dinamograful Jonsson Fagg, s-au determinat valorile randamentului volumetric bifazic, a cărui mărime s-a situat în jurul cifrei de 0,65, demonstrînd astfel de ce a crescut randamentul volumetric al pompelor (a fost diminuată influența prezenței gazelor în cilindrul pompei).

Din cele prezentate mai sus și din analiza comparativă a rezultatelor obținute se desprind avantajele constructive și funcționale ale modelului de separator propus, precum și necesitatea extinderii utilizării lui în practica productivă.

Concluzii

Experiențele efectuate în instalația pilot cu scopul precizării influenței parametrilor dimensionali asupra eficienței funcționale a separatoarelor de fund pentru gaze au arătat că:

a — lungimea hidraulică a separatorului nu influențează practic eficiența sa;

b — creșterea suprafeței deschiderii separatorului duce la îmbunătățirea eficienței separării;

c — suprafața spațiului inelar dintre coloana sondei și corpul separatorului influențează esențial procesul de separare a gazelor în instalația de pompare de adîncime. Experiențele au arătat că în acest spațiu inelar se separă cea mai mare parte din gazele produse de sondă (peste 90...95%).

Aceste rezultate, cît și observațiile din șantierele de petrol, duc la concluzia abordării problemei dimensionării separatoarelor de fund pentru gaze ținînd seama de noile aspecte consemnate.

Utilizarea modelului de separator de fund pentru gaze propus — cu eventuale modificări ale parametrilor dimensionali pe parcursul aplicării —, la sondele în pompaj de adîncime, va conduce la sporirea randamentului volumetric al pompelor de extracție, ceea ce înseamnă o reducere a consumului de energie și o creștere a producției de țiței.

Bibliografie

[1] Adonin, A.N. ș.a. *Separatoare de fund pentru gaze.* ANX nr. 7, 1959

[2] Adonin, A.N. *Procesele de extracție a țițeiului prin pompaj de adîncime.* Moscova, 1964.

[3] Belov, I. G. *Bazele practice ale dimensionării.* Azneftehizdat, 1947.

[4] Connally, C. A., Sondberg, C. A., Stein, N. *Eficacitatea volumetrică a pompelor cu tije la extragerea amestecurilor gaze-țiței.* AIM 198, 1953.

[5] Grigore, V. ș.a. *Posibilități de îmbunătățire a eficienței separatoarelor de fund la sondele în pompaj pe zăcămîntul Drăgănești.* Contract de cercetare nr. 124/1981, Arhiva I.P.G., Ploiești.

[6] Gurbanov, R. S., Mamslov, N. A., Ibraghimov, S. S. *Caracteristicile exploatării sondelor în pompaj de adîncime la separarea permanentă a gazelor din spațiul inelar.* ANX nr. 10, 1974.

[7] Ioachim, Gr., Popa, Gh. C. *Exploatarea zăcămintelor de țiței.* Ed. tehnică, București, 1979.

[8] Ionel, A. *Cercetări cu privire la influența prezenței gazelor asupra comportării instalațiilor de pompaj de adîncime cu prăjini la sondele de extracție a petrolului.* Teză de doctorat, Ploiești, 1982.

[9] Schomoe, W. P. *Mărirea producției cu ajutorul separatoarelor de fund.* World Oil, nr. 5, 1959.

[10] Troițki, V. F. *Separatoare de gaze spumate.* ANX nr. 7, 1965.

Studiul echilibrului presiunilor la sondele cu diametre mari

Asist. ing. **L. Avram**
I.P.G. Ploiești

I. Generalități

Pentru păstrarea echilibrului gaură de sondă-fluide din formațiune, în procesul de foraj, se consideră, obișnuit, suficientă îndeplinirea condiției :

$$p_h = p_p + p_l + p_s, \tag{1}$$

în care :

p_h reprezintă presiunea coloanei hidrostatice de lichid ;

p_p — presiunea fluidelor din porii rocilor ;

p_l — presiunea litostatică preluată de fluidul din porii rocii ;

p_s — presiunea de siguranță în vederea menținerii în respect a stratelor.

La sondele cu diametre mari, practica de pînă acum a demonstrat că, mai ales atunci cînd este vorba de traversarea unor strate cu presiuni mici, poroase și permeabile, condiția de echilibru devine :

$$p_h = p_p - \Delta p, \tag{2}$$

Δp fiind anomalia negativă de presiune (să avem în vedere și adîncimea finală, cel puțin pînă în prezent, mică, a sondelor cu diametre mari).

Se știe că :

$$p_h = \gamma H, \tag{3}$$
$$p_p = \gamma_s H,$$

în care :

γ, γ_s reprezintă greutățile specifice ale noroiului de foraj, respectiv apei sărate ($\gamma_s = 1{,}07$ kgf/dm^3) ;

H — adîncimea găurii de sondă.

Desigur că, în afară de condițiile de echilibru la care se referă relațiile (1) și (2), cel puțin teoretic se mai pot admite :

$$p_h = p_p + p_s, \tag{4}$$
$$p_h = p_p,$$

în ipoteza că, în urma măsurătorilor, a rezultat $p_l = 0$.

Dar, indiferent care din relațiile (1), (2) sau (4) răspund mai bine cerințelor forajului într-un caz dat, îndeplinirea lor este doar o condiție necesară, nu și suficientă. Aceasta deoarece componenta hidrodinamică a presiunii p_{hd}, provenită din circulația lichidului dezlocuit la manevrele de introducere-extragere a garniturii sau a altui material tubular, intervine într-o pondere deloc neglijabilă (cum se va vedea din calculele efectuate și cum a dovedit-o, dealtfel, practica de șantier).

Așadar, la relațiile (1), (2) și (4) mai trebuie adăugată p_{hd}, cu semnul plus, cînd este vorba, spre exemplu, de introducerea materialului tubular, sau, cu semnul minus, spre exemplu, la extragerea sapelor (p_{hd} va fi apreciabil mai mare dacă sapa va fi manșonată).

Se poate spune că, pentru sondele cu diametre mari, relațiile curente, necesare și suficiente păstrării echilibrului gaură de sondă-fluide din formațiune, sînt :

$$p_h \pm p_{hd} = p_p - \Delta p, \tag{2'}$$

sau :

$$p_h \pm p_{hd} = p_p. \tag{4'}$$

Relațiile (2') și (4') se mai pot scrie :

$$\gamma H \pm p_{hd} = \gamma_s H - \Delta p, \tag{2''}$$

respectiv :

$$\gamma H \pm p_{hd} = \gamma_s H. \tag{4''}$$

Condiția de echilibru scrisă cu ajutorul gradienților de presiune pentru cazul static :

$$f_p < f_n < f_f, \tag{5}$$

trebuie completată cu gradientul corespunzător lui p_{hp}, adică pentru cazul dinamic.

Cu alte cuvinte, va trebui respectată condiția :

$$f_p < f_d < f_f, \tag{5'}$$

în care :

f_p reprezintă gradientul de presiune a fluidelor din pori ;

f_d — gradientul de presiune a fluidului din sondă în stare dinamică $\left(f_d = \gamma + \frac{p_{hd}}{H}\right)$;

f_f — gradientul presiunii de fisurare ; (f_n din relația (5) reprezintă gradientul de presiune a coloanei hidrostatice de fluid din sondă).

Determinarea lui p_h sau p_p cu relațiile (3) nu ridică, evident, nici o problemă. Ne vom opri, în cele ce urmează, la calculul presiunilor hidrodinamice.

Să lăsăm, deci, calculele să vorbească...

II. Vitezele curentului de lichid dezlocuit. Presiunea hidrodinamică în spațiul inelar corespunzător ansamblului sapă (corpul propriu-zis) -stabilizatori-prăjini grele și gaura de sondă

Pentru calculul vitezei medii a lichidului dezlocuit, ținîndu-se seama de rezultatele obținute prin măsurători directe în condiții reale, s-au admis următoarele:

- într-o secțiune oarecare a găurii de sondă de diametru mare, distribuția vitezei curentului de lichid dezlocuit se face după o parabolă al cărui maxim este la jumătatea distanței dintre peretele găurii de sondă și exteriorul coloanei;
- viteza lichidului fiind mai mare față de peretele coloanei decît al găurii de sondă, variația de la maximum la zero se consideră liniară;
- cele două efecte se pot suprapune și rezultă o viteză medie;
- suprapunerea efectelor se adoptă și pentru cazul că prin interiorul coloanei se dezlocuiește o cantitate de lichid (cazul coloanelor libere).

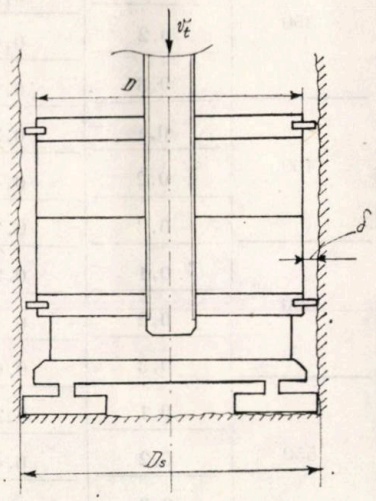


Fig. 1

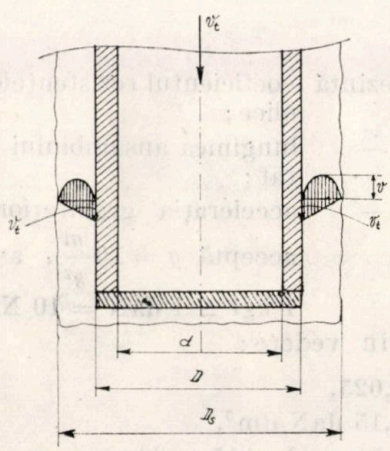


Fig. 2

Am luat în considerare cazul cel mai sever: sistemul din figura 1 acționează, la coborîre, ca un „piston".

Cu notațiile din figura 2, scriindu-se ecuația de continuitate: debitul de lichid corespunzător exteriorului materialului tubular este egal cu debitul de lichid dezlocuit, rezultă:

$$v = \frac{D^2}{D_s^2 - D^2} v_t, \tag{6}$$

respectiv:

$$v_m = v + \frac{1}{2} v_t = \left(\frac{D^2}{D_s^2 - D^2} + \frac{1}{2} \right) v_t, \tag{7}$$

În tabelul 1 se dau valorile vitezelor medii v_m pentru $D_s = 5\,000$ mm, diverse jocuri radiale și viteze de introducere a materialului tubular.

În figura 3 se redă variația $v_m = f(v_t)$, iar în figura 4 s-a reprezentat grafic funcția:

$$y = \frac{x^2}{a^2 - x^2} k + \frac{1}{2} k,$$

în care:

$$y \equiv v_m,$$

$$x \equiv D,$$

$$a \equiv D_s,$$

$$k \equiv v_t,$$

adică s-a obținut $v_m = f(D)$

Tabelul 1

D_s, mm	δ, mm	D, mm	v_t, m/s	v_m, m/s
5 000	15	4 970	0,1	8,31
			0,2	16,6
			0,3	24,92
			0,4	33,23
			0,5	41,54
	20	4 960	0,1	6,22
			0,2	12,45
			0,3	18,67
			0,4	24,9
			0,5	31,12
	25	4 950	0,1	4,97
			0,2	9,95
			0,3	14,92
			0,4	19,9
			0,5	24,87

În tabelele 2 ; 3 și 4 se dau valorile vitezei medii v_m pentru diferite diametre ale găurilor de sondă, D_s. (În mod curent, găurile de sondă cu astfel de diametre le execută I.F.L.G.S. București).

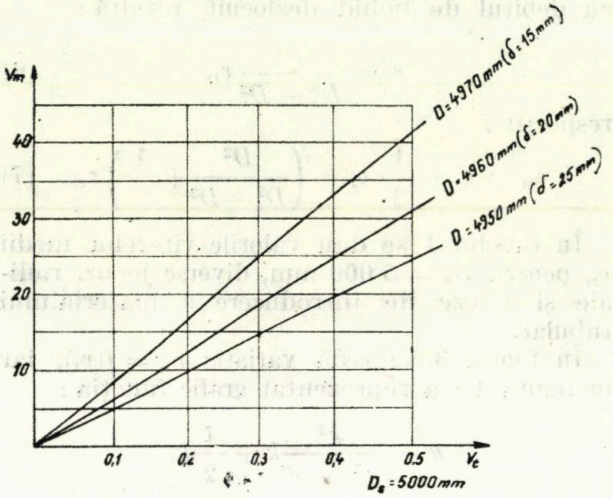


Fig. 3

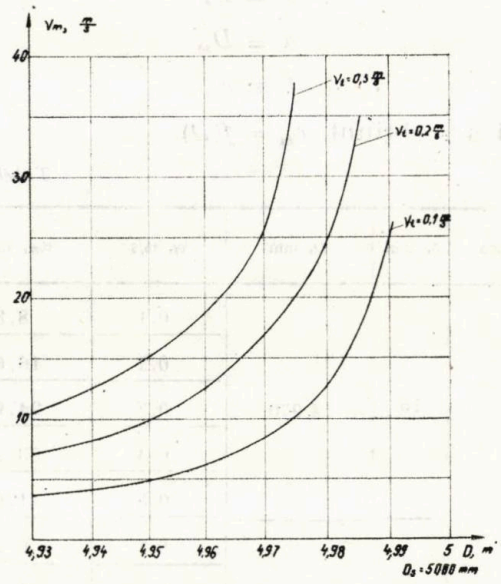


Fig. 4

Variațiile $v_m = f(D_s)$, corespunzătoare tabelelor 2 ; 3 și 4, sînt redate în figurile 5 ; 6 și 7.

Presiunea hidrodinamică p_{hd} în spațiul inelar corespunzător ansamblului sapă-stabilizatori-prăjini grele și gaură de sondă, avînd în vedere un regim turbulent de curgere (fluide binghamiene, pentru care a rezultat numărul Reynolds generalizat $Re^* > 2\,300$) se calculează cu relația obișnuită:

$$p_{hd} = \lambda \frac{\gamma v_m^2 l}{2g(D_s - D)}, \qquad (8)$$

$D = 4\,000$ mm — *Tabelul 2*

D_g, mm	δ, mm	v_t, m/s	v_m, m/s
4 100	50	0,1	2,02
		0,2	4,05
		0,3	6,07
4 200	100	0,1	1,02
		0,2	2,05
		0,3	3,07
4 300	150	0,1	0,69
		0,2	1,38
		0,3	2,07
4 500	250	0,1	0,426
		0,2	0,852
		0,3	1,278
4 700	350	0,1	0,313
		0,2	0,626
		0,3	0,939
4 900	450	0,1	0,249
		0,2	0,498
		0,3	0,747
5 000	500	0,1	0,228
		0,2	0,456
		0,3	0,684
5 100	550	0,1	0,209
		0,2	0,420
		0,3	0,629

în care:

λ reprezintă coeficientul rezistențelor hidraulice;

l — lungimea ansamblului considerat;

g — accelerația gravitațională (se acceptă $g = 10\frac{m}{s^2}$, așa încît 1 kgf $\simeq$ 1 daN = 10 N).

Se au în vedere:

$\lambda = 0{,}025$,

$\gamma = 1{,}15$ daN/dm^3,

$v_{m_1} = 6{,}5$ m/s($\delta = 15 \ldots 30$ mm ; $v_t = 0{,}1$ m/s),

$D = 4\,500$ mm — *Tabelul 3*

D_s, mm	δ, mm	v_t, m/s	v_m, m/s
4 600	50	0,1	2,275
		0,2	4,550
		0,3	6,826
4 700	100	0,1	1,15
		0,2	2,30
		0,3	3,45
4 900	200	0,1	0,588
		0,2	1,176
		0,3	1,764
5 000	250	0,1	0,476
		0,2	0,952
		0,3	1,428
5 100	300	0,1	0,401
		0,2	0,803
		0,3	1,204

$D = 4\,900$ mm — *Tabelul 4*

D_s, mm	δ, mm	v_t, m/s	v_m, m/s
4 950	25	0,1	4,92
		0,2	9,85
		0,3	14,76
4 980	40	0,1	3,087
		0,2	6,175
		0,3	9,26
5 000	50	0,1	2,475
		0,2	4,95
		0,3	7,425
5 100	100	0,1	1,25
		0,2	2,501
		0,3	3,751

$v_{m_2} = 13$ m/s($\delta = 15 \ldots 30$ mm; $v_t = 0{,}2$ m/s),
$v_{m_3} = 19{,}5$ m/s($\delta = 15 \ldots 30$ mm; $v_t = 0{,}3$ m/s).

Tabelul 5, respectiv graficul 8, redau variația presiunii hidrodinamice cu lungimea ansamblului sapa-stabilizatori-prăjini grele.

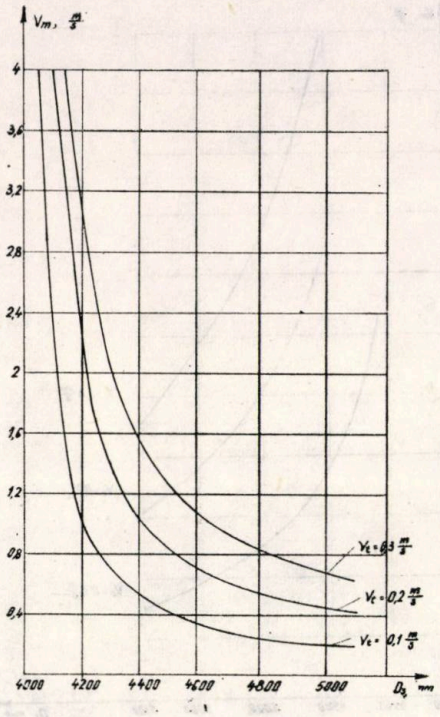


Fig. 5

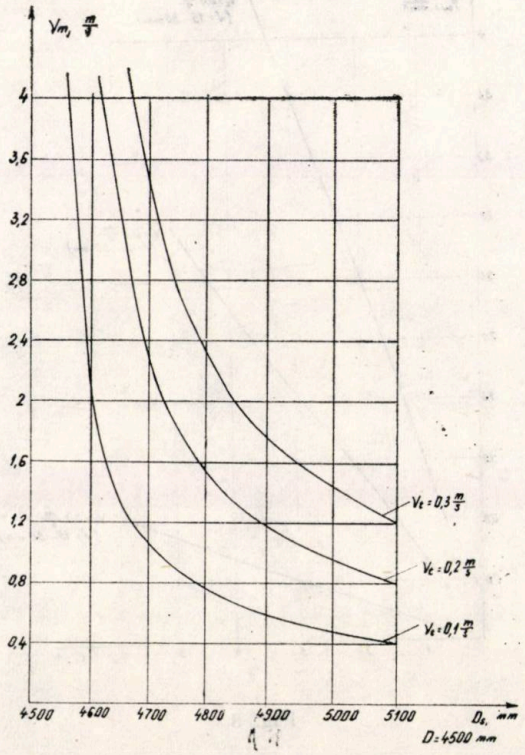


Fig. 6

Graficul 9 redă variația $p_{hd} = f(v_m)$, iar graficul 10 redă $p_{hd} = f(D_s - D)$ pentru ansamblul considerat.

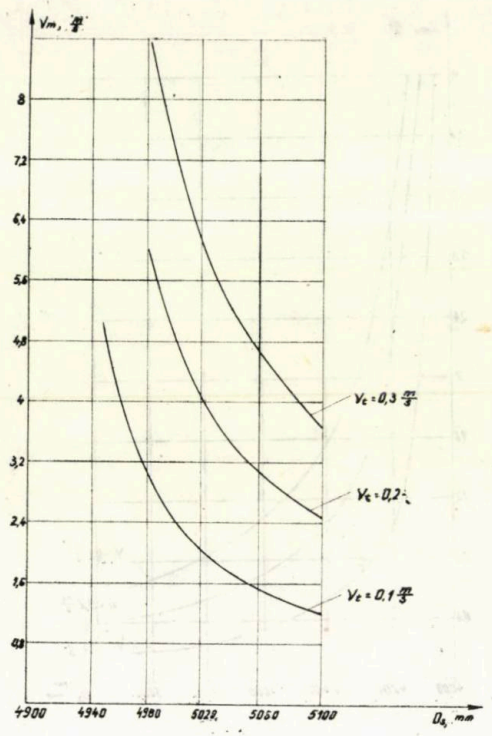


Fig. 7

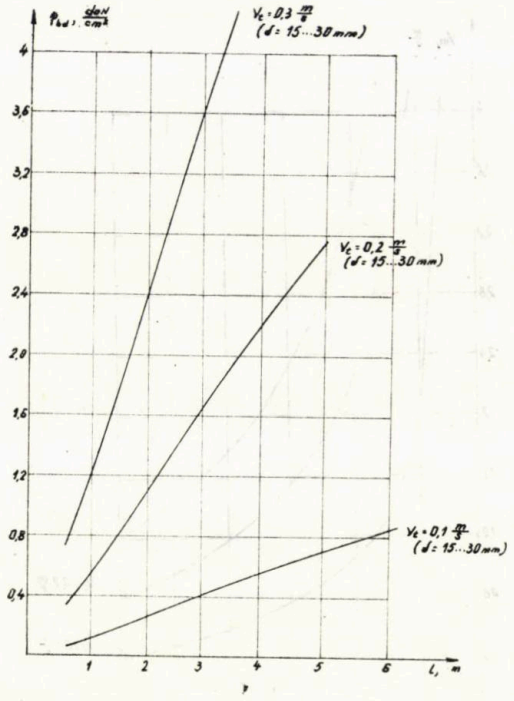


Fig. 8

III. Calculul presiunii hidrodinamice în spațiul inelar corespunzător prăjinilor de foraj

Se folosesc relațiile convenționale pentru regim laminar (la așa valori mari ale spațiului inelar nu apare turbulența; ne-au dovedit-o calculele referitoare la numărul Reynolds generalizat); pentru o gamă largă de fluide de foraj considerate (sub aspectul greutății specifice,

Tabelul 5

l, m	v_m, m/s	p_{hd}, daN/cm²
1	6,5	0,13
	13	0,545
	19,5	1,2
2	6,5	0,272
	13	1,09
	19,5	2,4
3	6,5	0,408
	13	1,635
	19,5	3,6

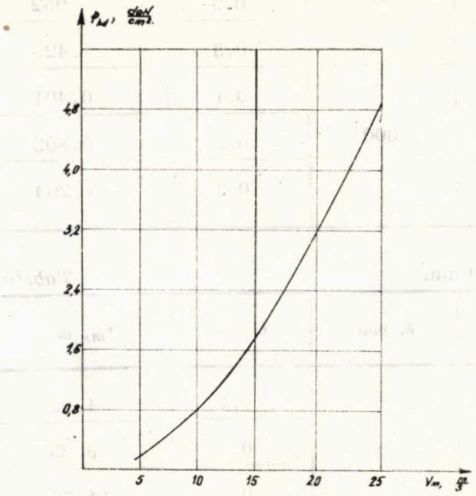


Fig. 9

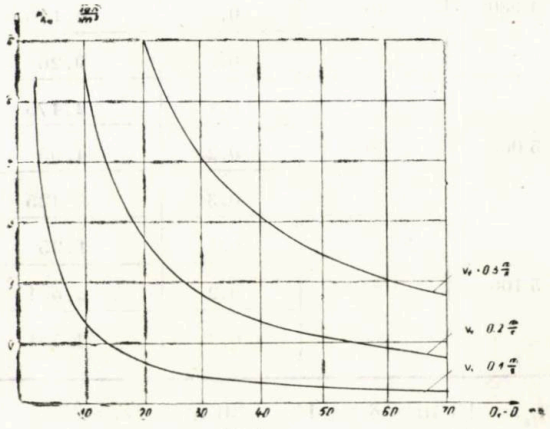


Fig. 10

a tensiunii dinamice de forfecare și viscozității plastice, Re $\ll$ 2300).

Așadar:

$$p_{hd} = p_{\eta_p} + p_{\tau_0} = \frac{4L}{D_s - D_p}\left(\frac{8\eta_p v_m}{D_s - D_p} + \tau_0\right), \quad (9)$$

în care, semnificația termenilor nou apăruți este:

η_p — viscozitatea plastică;
τ_0 — tensiunea dinamică de forfecare;
D_p — diametrul nominal al prăjinilor de foraj;
L — lungimea garniturii de prăjini de foraj.

Măsurătorile și calculele efectuate au dovedit că viteza medie în spațiul inelar corespunzător prăjinilor de foraj, calculată cu ajutorul relației (7), pentru gama de diametre nominale de prăjini de 6...14 in (152,4...355,6 mm) se păstrează constantă pentru fiecare viteză descendentă v_t considerată (tab. 6).

Tabelul 6

v_t, m/s	v_m, m/s
0,1	0,05
0,2	0,1
0,3	0,15

Presiunile hidrodinamice obținute cu ajutorul relației (9), deși neglijabile, se redau grafic pentru o imagine cît mai completă a presiunii hidrodinamice la manevra garniturii de foraj (fig. 11).

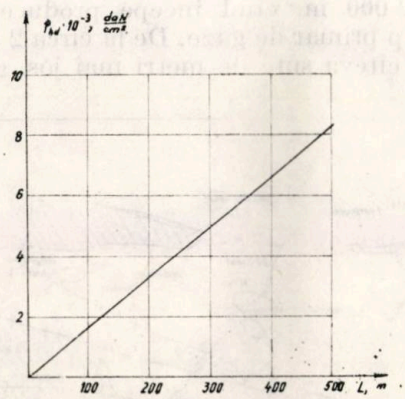


Fig. 11

IV. Calculul presiunii hidrodinamice în cazul manevrei coloanei de burlane de tubaj

În acest caz este nevoie să se țină seama că avem coloana echipată cu cintre. Se face aproximația că cintrele acoperă o suprafață continuă de coloană și atunci, $D_s = 5\,000$ mm și $D' = 4\,300$ mm; în figura 12 este redată variația $p_{hd} = f(L_b)$.

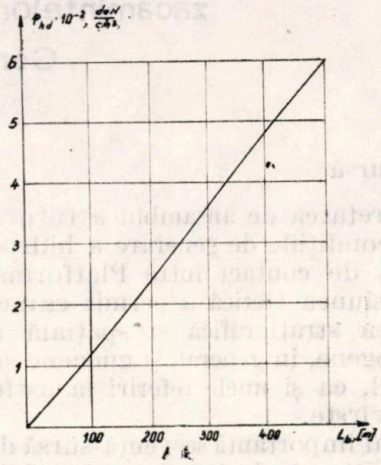


Fig. 12

Concluzii

Referitor la calculele efectuate, concluzia principală care se poate trage vizează adoptarea, pentru sondele cu diametre mari (și nu numai pentru acestea), a conceptului conform căruia condiția de echilibru (5') trebuie respectată pentru cel mai sever caz dinamic posibil; vor fi astfel eliminate o serie de complicații ce intervin în diverse stadii de desfășurare ale procesului de foraj (în speță, pierderi de noroi).

Curent, cel puțin pînă la adîncimi relativ mici (pînă la 20...30 m), presiunea normală a formațiunilor (mai exact presiunea fluidelor din porii rocilor) este dată de coloana hidrostatică a apei sărate cu greutatea specifică $\gamma_s = 1{,}07$ kgf/dm³. Ținînd seama de presiunile hidrodinamice, chiar de la amorsarea lucrărilor există riscul pierderii de fluid de foraj.

Exemplu: $H = 20$ m,

$$p_n = \frac{H\gamma_s}{10} = \frac{20 \cdot 1{,}07}{10} = 2{,}14 \text{ daN/cm}^2.$$

Pentru o viteză descendentă a materialului tubular de 0,2 m/s, lungimea ansamblului sapă-prăjini grele-stabilizatori, de 4 m, și un joc radial de 15...30 mm, presiunea hidrodinamică p_{hd} este de 2,18 daN/cm² (fig. 8); cu alte cuvinte s-a dublat p_n. Dacă s-a constatat din sonde anterior săpate că fluidul nu se pierde, concluzia justă care se poate trage este aceea că presiunea din formațiune este mai mare decît cea luată în considerare. De aceea, în studiile preliminare la forajul sondelor cu diametre mari, trebuie să se stabilească cu exactitate presiunea fiecărui orizont traversat.

Bibliografie

[1] Iordache, G. *Manevra materialului tubular la sondele cu diametre mari.* Revista Mine, Petrol și Gaze, nr. 11, 1982.

Cercetări complexe de laborator privind condiţiile de formare a zăcămintelor de hidrocarburi neogene (II)

Generare-migrare-acumulare

N. Balteş
I.C.P.P.G. Cîmpina

Roci-sursă

Interpretarea de ansamblu a tuturor datelor privind condiţiile de generare a hidrocarburilor din zona de contact între Platforma Moesică şi Depresiunea Getică a permis caracterizarea, localizarea stratigrafică şi spaţială a rocilor-sursă neogene, în general, şi miocene superioare, în special, ca şi unele referiri la astfel de roci de alte vîrste.

Cea mai importantă secvenţă-sursă din această zonă aparţine badenian-sarmaţianului în facies pelitic, preponderent argilos.

Spre deosebire de alte roci generatoare, ca de exemplu oligocenul mediu-superior din Depresiunea Getică, care se prezintă sub forma cîtorva secvenţe masive, constant întîlnite în coloana stratigrafică (Balteş ş.a., 1982), generatorul badenian-sarmaţian este, de fapt, o succesiune de numeroase nivele generatoare, cu amplitudini şi o repartiţie neuniforme. Acest aspect, datorat în bună măsură poziţiei sale geologice pe substratul platformic, face ca segmentul generator să nu poată fi localizat cu o precizie mai mare. Cu toate că sarmaţianul are o grosime apreciabilă, cel puţin în sectoarele vestice ale zonei de contact şi ar fi putut, teoretic, să reprezinte un generator de o intensitate proporţională cu grosimea, din urmărirea în detaliu a metamorfismului organic de îngropare, se constată că, deşi cele mai multe nivele generatoare (6—8) sînt plasate în segmentul badenian terminal-volhinian mediu, alte nivele apar cu intermitenţe la partea medie-superioară a badenianului, în volhinian şi parţial bessarabian.

Repartiţia în spaţiu a generatorului badenian-sarmaţian urmează regimul de subsidenţă al bazinului respectiv, separat în două sectoare distinctive (fig. 1) : vestic, hipersubsident, limitat ca suprafaţă între Sărdăneşti şi Vîrteju, cu o destul de largă aureolă generatoare de ţiţei şi gaze sau numai de gaze, care depăşeşte spre nord structurile Bîlteni şi Ţicleni. Caracterul optim generator se reduce spre est, începînd cu structura Oteşti şi devine din nou puternic pe o arie îngustă, pînă la Cobia, unde se instalează un alt bazin subsident. În sfera de influenţă a generării optime din această zonă, intră o largă aureolă petrogazeiferă sub incidenţa căreia se află spre nord, structurile Slătioarele, Bogaţi, Dragomireşti şi parţial, chiar Boţeşti, situată şi mai la nord. Spre sud, influenţa generatorului badenian-sarmaţian se resimte pentru ţiţei şi gaze pînă spre structurile Deleni, Oporelu, Spineni, Gieşti, Gliganu şi chiar Vultureanca-Drăghineasa-Vişina.

În funcţie de adîncime, potenţialul petroligen a fost urmărit în structura Bibeşti-Bulbuceni, unde apar mai multe acumulări suprapuse, iar coloana sedimentară depăşeşte 5 000 m investigaţi prin sonde (fig. 2).

De la circa 1 000 m în sarmaţianul mediu este posibilă generarea de gaze (metan) pînă la circa 2 000 m, cînd începe producerea de ţiţei cu cap primar de gaze. De la circa 2 000 m, sau chiar cîteva sute de metri mai jos, genera-

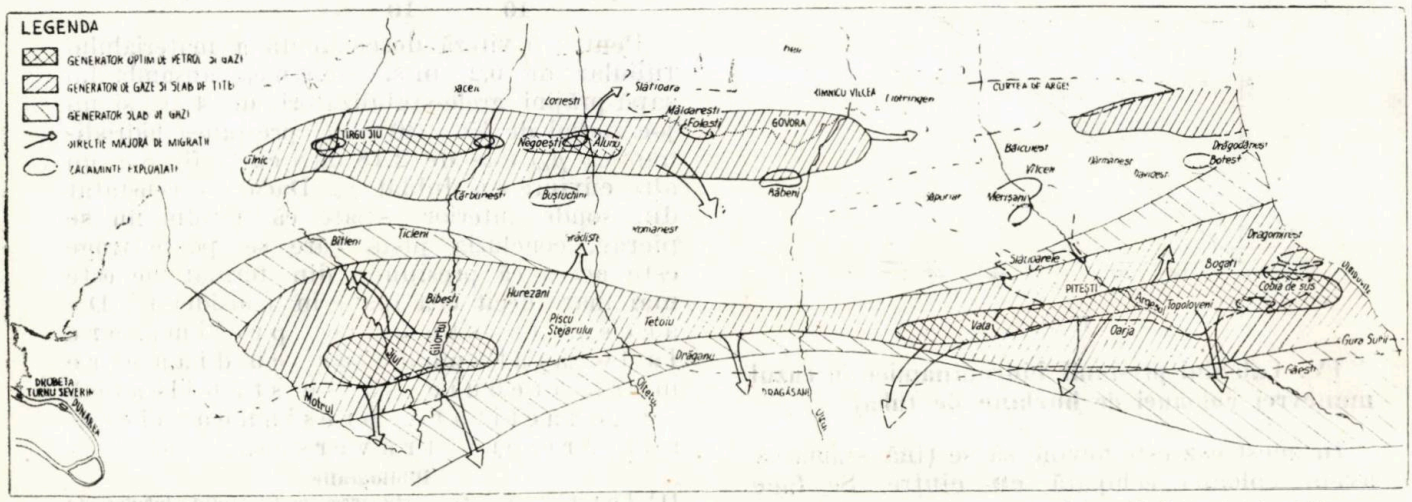


Fig. 1. Schiţă cu răspîndirea rocilor-sursă de hidrocarburi badenian-sarmaţiene în Depresiunea Getică şi direcţiile majore de migraţie.

rea de țiței și gaze începe să se manifeste evident pînă la circa 4 000 m în badenian și apoi în dogger la aproximativ 4 500 m, hidrocarburile trecînd prin principalele etape calitative, sub forma țițeiului subsaturat de gaze, a țițeiului și gazelor umede, țițeiului condensat cu cap primar de gaze etc. În faza finală de generare, sub 4 500 m în triasic și paleozoic, nu este posibilă producerea de țiței ci numai, eventual, a gazelor post-petrol, uscate.

Corelînd observațiile cu coloana litostratigrafică a structurii, rezultă că pot produce

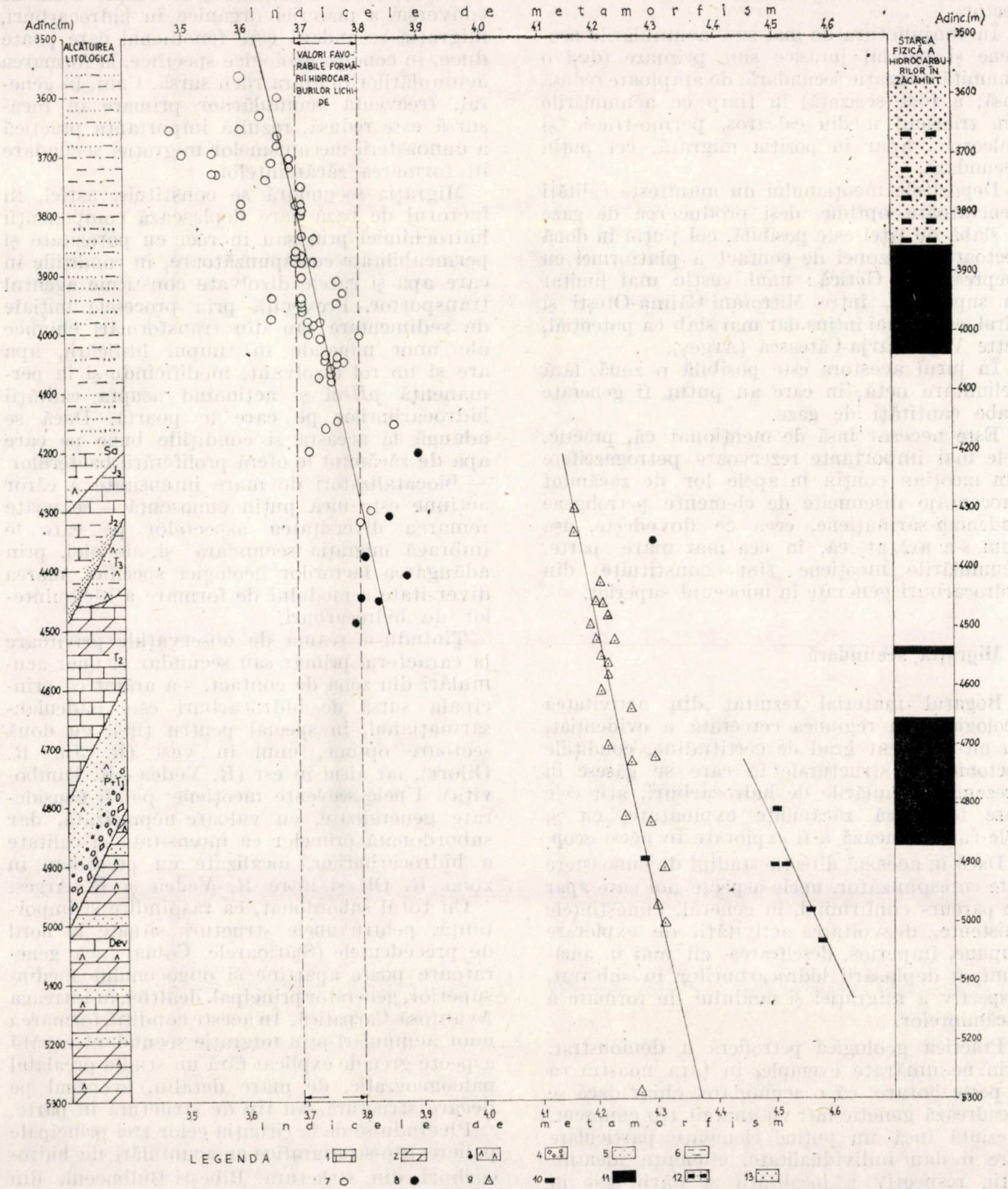


Fig. 2. Variația fitometamorfismului în raport cu alcătuirea litologică, vîrsta și adîncimea depozitelor sedimentare și distribuția hidrocarburilor în zona Bibești-Bulbuceni :

1 – calcare ; *2* – dolomite ; *3* – gipsuri ; anhidrite ; *4* – breccii, conglomerate ; *5* – gresii, nisipuri ; *6* – marne, argile ; *7* – eșantion de vîrstă neogenă ; *8* – eșantion de vîrstă jurasică ; *9* – eșantion de vîrstă triasică ; *10* – eșantion de vîrstă paleozoică ; *11* – petrol ; *12* – gaze + condensat ; *13* gaze

cantităţi variabile de hidrocarburi badenian-sarmaţianul şi subordonat jurasicul (mediu-superior) în etapa catagenetică timpurie în timp ce triasicul şi paleozoicul, situate sub 4 300 m, pînă la circa 5 300 m, manifestă un stadiu catagenetic avansat-metagenetic care le scoate din categoria generatoarelor în acest sector.

În conjunctura de mai sus, acumulările neogene şi parţial jurasice sînt primare (deşi o anumită migraţie secundară, de amploare redusă însă, a fost sesizată) în timp ce acumulările din triasicul mediu calcaros, permo-triasic şi paleozoic, apar în poziţia migrată, cel puţin secundară.

Depozitele meoţianului nu manifestă calităţi generatoare optime, deşi producerea de gaze şi slabă de ţiţei este posibilă, cel puţin în două sectoare ale zonei de contact a platformei cu Depresiunea Getică : unul vestic mai limitat în suprafaţă, între Mitrofani-Călina-Oteşti şi altul, estic, mai întins dar mai slab ca potenţial, între Vaţa-Oarja-Cătеasca (Argeş).

În jurul acestora este posibilă o zonă, fără delimitare netă, în care au putut fi generate slabe cantităţi de gaze.

Este necesar însă de menţionat că, practic, cele mai importante rezervoare petrogazeifere din meoţian conţin în apele lor de zăcămînt procentaje însemnate de elemente petroligene badenian-sarmaţiene, ceea ce dovedeşte, aşa cum s-a arătat, că, în cea mai mare parte, acumulările meoţiene sînt constituite din hidrocarburi generate în miocenul superior.

Migraţia secundară

Bogatul material rezultat din activitatea geologică din regiunea cercetată a evidenţiat, cu un suficient grad de certitudine, condiţiile tectonice şi structurale în care se găsesc în prezent acumulările de hidrocarburi, atît cele care formează zăcăminte exploatate, cît şi cele care urmează a fi explorate în acest scop.

Dacă în această direcţie stadiul de cunoaştere este corespunzător, unele aspecte noi care apar pe parcurs confirmînd, în general, cunoştinţele existente, dezvoltarea activităţii de explorare impune, imperios, descifrarea, cît mai în amănunt, a deplasării hidrocarburilor în substrat, respectiv a migraţiei şi modului de formare a zăcămintelor.

Practica geologică petrolieră a demonstrat, prin nenumărate exemple, în ţara noastră ca şi peste hotare, că o acumulare, chiar dacă se încadrează genetic într-un anumit tip cunoscut, prezintă însă nu puţine elemente particulare care îi dau individualitate, eficienţa identificării, respectiv a localizării şi dării sale în exploatare, depinzînd, cel mai adesea, de aceste particularităţi.

Fiind cel mai greu de precizat, datorită necesităţii de a opera cu elemente în cea mai mare măsură teoretice, fenomenul de migraţie a hidrocarburilor rezervă şi cele mai multe necunoscute. Exceptînd migraţia primară, etapă indispensabilă în procesul de formare a hidrocarburilor, ea constituind, de fapt, faza de conversie a materiei organice în hidrocarburi, migraţia secundară este fenomenul care poate duce, în condiţii geologice specifice, la formarea acumulărilor în afara rocii-sursă. Cum, în general, frecvenţa acumulărilor primare în roca-sursă este redusă, rezultă importanţa practică a cunoaşterii mecanismelor migraţiei secundare în formarea zăcămintelor.

Migraţia secundară se constituie, astfel, în factorul de bază care deplasează componenţii hidrochimici prin sau în roci cu porozitate şi permeabilitate corespunzătoare, în condiţiile în care apa şi gazele dizolvate constituie agentul transportor. Provenită prin procesele iniţiale de sedimentare sau din transformări chimice ale unor minerale în timpul litificării, apa are şi un rol dizolvant, modificîndu-şi în permanenţă *pH*-ul şi acţionînd asupra calităţii hidrocarburilor pe care le poartă. Dacă se adaugă la aceasta şi condiţiile bune pe care apa de zăcămînt le oferă proliferării bacteriilor — biocatalizatori de mare intensitate a căror acţiune este încă puţin cunoscută — se poate remarca diversitatea aspectelor pe care le îmbracă migraţia secundară şi, de aici, prin adăugarea factorilor geologici specifici, marea diversitate a modului de formare a zăcămintelor de hidrocarburi.

Ţinîndu-se seama de observaţiile privitoare la caracterul primar sau secundar al unor acumulări din zona de contact, s-a arătat că principala sursă de hidrocarburi este badenian-sarmaţianul, în special pentru ţiţei, cu două sectoare optime, unul în vest (R. Jiu—R. Gilort), iar altul în est (R. Vedea—R. Dîmboviţa). Unele secvenţe meoţiene pot fi considerate generatoare, cu valoare neprecizată, dar subordonată primelor ca intensitate şi calitate a hidrocarburilor, localizate cu precădere în zona R. Olt şi între R. Vedea şi R. Argeş.

Cu totul subordonat, ca răspîndire şi importanţă, pentru unele structuri situate la nord de precedentele (Slătioarele, Cobia) roca generatoare poate aparţine şi oligocenului mediu-superior, generator principal, dealtfel, în întreaga Avanfosă Carpatică. În aceste condiţii, formarea unor acumulări prin migraţie secundară capătă aspecte greu de explicat fără un studiu prealabil paleogeografic, de mare detaliu, eventual pe fiecare structură sau tip de structură în parte.

Plecîndu-se de la situaţia celor trei principale paliere lito-stratigrafice cu acumulări de hidrocarburi din structura Bibeşti-Bulbuceni, din triasic, dogger şi badenian-sarmaţian, apare relativ clar caracterul secundar al primelor

două și „in situ" al ultimului ca și modul în care au putut avea loc acumulările respective — principalele aspecte ale migrației.

Apreciindu-se raporturile dintre natura și tipul colectorului și caracterele migrației primare și/sau secundare, se arată că principalele moduri în care s-au putut forma acumulările de hidrocarburi sînt determinate de capcane tectonice (Bibești, Zătreni), urmate de cele netectonice, formate de efilarea stratelor badenian-sarmațianului pe substratul mezozoic al platformei care coboară spre nord, de variația litologică și de umplutură, în alternanță pelitică-psamitică, a paleovăilor, de corpurile de tasare formate deasupra proeminențelor reliefului mezozoic și de zonele alterate și fisurate ale reliefului carbonatat mezozoic, îngropat de depozitele neogene.

În funcție de caracterul capcanelor și modului lor de umplere, poate fi apreciată și forma rezervoarelor, element extrem de util în delimitarea lor spațială și calculul rezervelor, în regiune cele mai frecvente fiind zăcăminte boltite, compartimentate de falii și ecranate tectonic și lito-stratigrafic.

Formarea unor zăcăminte

Datorită frecvenței acumulărilor miocene și pliocene în contextul unor procese de migrație secundară interformațională, nu este lipsită de interes caracterizarea globală, din acest punct de vedere, a cîtorva structuri productive mai importante.

Structura Hurezani-Piscu Stejarului este plasată la NE de structura Bibești-Bulbuceni și comparabilă cu aceasta din punct de vedere stratigrafic și tectonic, la nivelul neogenului. Cunoscută pentru acumulările de gaze din cinci complexe productive sarmațiene și meoțiene, această structură, un anticlinal larg boltit, compartimentat de o rețea de falii longitudinale și transversale, prezintă în sarmațianul mediu-inferior un complex pelitic de aproape 1 000 m grosime, practic identic cu cel din structura Bibești-Bulbuceni, caracterizat ca bun generator de țiței.

De notat că eșantioanele de apă de zăcămînt meoțiene (orizontul M III) din culminația sud-estică a structurii și un eșantion de aceeași vîrstă dintr-o sondă de la Rădinești, în prelungirea culminației de mai sus, analizate palinologic, au evidențiat, între altele, și o consistentă fracțiune microvegetală miocenă superioară. Se poate aprecia astfel că generatorul este badenian-sarmațian, iar colectoarele aparțin sarmațianului și meoțianului.

Spre partea nord-vestică a structurii (culminația Hurezani) depozitele helvețianului au capacități bune de acumulare și se presupune că generatorul menționat anterior poate determina, în condițiile contactului direct cu gresiile helvețianului și ale unui aranjament structural favorabil, formarea unui rezervor exploatabil.

Structura Zătreni, de asemenea gazeiferă, structură anticlinală mio-pliocenă, este amplasată în continuarea spre est a precedentei, de o parte și de alta a R. Olteț. Asemănătoare ca alcătuire lito-stratigrafică dar deosebită de aceasta prin poziția sa mai ridicată pe fundamentul platformic, structura Zătreni este cunoscută prin potențialul său productiv la sarmațian și meoțian, în situația în care primul etaj este, în special, generator, iar al doilea — rezervor. Mai puțin dezvoltat în grosime, badenian-sarmațianul reprezintă o sursă mai slabă ca în structurile de la vest, aspect care se accentuează pe măsură ca grosimea lor scade prin ridicarea pe platformă.

Ape de zăcămînt din această structură, ca și din culminația Piscu Stejarului, au evidențiat influența puternică a generatorului pelitic miocen superior, acumulările putînd fi considerate, în ansamblu, migrate secundar.

De remarcat, începînd cu această structură spre est, pe un aliniament care leagă anticlinalele Drăganu, Mitrofani, Călina și Otești, avansarea spre sud a Depresiunii Getice, materializată prin depozite burdigaliene (conglomerate), helveține (marne roșii, gresii, anhidrit), badeniene (argile, marne tufacee, sare). Această serie miocenă repauzează, ca întreg flancul sudic al avanfosei, pe platformă, de regulă pe sarmațian, la adîncimi între 2 500 și 3 500 m (5 520 Drăganu).

Beneficiind de bune calități de rezervor, de un generator puternic (badenien-sarmațian) și de o construcție structurală faborabilă, determinată de un sistem de falii vest-est care ecranează migrația hidrocarburilor spre sud, helveținul poate constitui, și în acest sector, o formațiune de interes.

Structura Otești este un anticlinal cu o largă boltire, orientat vest-est, care produce din meoțian, țiței cu cap primar de gaze. Un eșantion de apă meoțiană din sonda 1 297 care deschide culminația estică, (Poboru) analizat palinologic, indică un destul de bogat material miocen superior, sugerînd și aici originea badenian-sarmațiană a hidrocarburilor meoțiene.

Structura Vața, brahianticlinal larg, orientat, global, vest-est, separat în blocuri tectonice, cu potențial petro-gazeifer diferit. Conține nivele productive de țiței în meoțian, în special pe flancul sudic și sectoarele periclinale. Această structură reprezintă un bun exemplu în care generatorul badenian-sarmațian poate forma zăcăminte, atît în formațiuni mai noi, cum este meoțianul, cît și mai vechi, cum este helveținul. În aranjamentul tectonic al acestei structuri, helveținul se ridică în apexul anticlinalului, recepționînd, împreună cu nisipurile meoțiene cu care vine în contact direct, țițeiul badenian-sarmațian, generat în complexul peli-

tic de pe flancuri, într-o poziție structurală net mai coborîtă. Deși cu calități colectoare bune, helveţianul din apexul structurii nu a beneficiat de capcane, jucînd eventual rolul de intermediar în migrația hidrocarburilor în meoţian, unde capcanele structurale din M_1 și M_6 și combinate, stratigrafice-litologice din vest ($M_2 - M_5$) au încheiat deplasarea acestor hidrocarburi.

Structura Slătioarele este deosebit de interesantă prin aspectele pe care le îmbracă formarea zăcămintelor de hidrocarburi în acest sector situat la NV de structura Vaţa. Fără a constitui un obiectiv de studiu în materialul de faţă, se poate afirma, după un studiu palinologic special întocmit asupra masivului de sare * și completat ulterior, că acumulările de ţiţei din helveţian și meoţian au o origină dublă : cele din helveţian și parţial meoţian sînt tributare, în cea mai mare parte, oligocenului din flancul nordic, iar cele sarmaţiene, meoţiene inferioare, în cea mai mare parte și integral cele situate imediat sub marnele ponţiene, provin din badenian-sarmaţianul flancului sudic.

Structura Oarja-Călineşti, situată în continuare, la est de structura Vaţa, reprezintă, de fapt, flancul sudic al anticlinoriului Slătioarele—Piteşti—Goleşti. Această amplă ridicare antrenează depozite paleogene ale depresiunii, creînd pe flancuri condiţiile unei sedimentări masive ale miocenului și pliocenului inferior. Sub aspectul rocilor-sursă, situaţia este foarte asemănătoare cu cea din structura Slătioarele, în sensul că principalul generator este oligocenul mediu-superior, efectul său fiind evident în sectoarele Moşoaia, parţial Hinţeşti și Albota, unde impregnează, mai mult sau mai puţin, gresii helveţiene și nisipuri meoţiene situate în poziţie ridicată. Spre sud (Pîrvu Roşu) și est (Oarja, Călineşti, Cătească) influenţa oligocenului se pierde, fiind înlocuită de generatorul badenian-sarmaţian, bine dezvoltat pe flancul sudic al structurii și care expulzează hidrocarburi în gresiile și nisipurile sarmaţiene, și îndeosebi meoţiene, din zonele ridicate ale apexului. Numeroase analize pe eșantioane de ape meoţiene din aceste sectoare au confirmat observaţia anterioară.

Deoarece aceste observaţii au un caracter preliminar, se apreciază că un studiu de detaliu asupra potenţialului petroligen al structurilor Slătioarele, Moşoaia, Hinţeşti, Albota, Oarja-Călineşti, devine necesar în vederea cunoașterii condiţiilor de formare a unor acumulări în zona de contact cu platforma din acest sector și care pot avea o mare importanţă economică.

Structura Cobia, anticlinal amplasat în partea de sud-est a Depresiunii Getice, este amplu faliat longitudinal (falia Cobia) și transversal, divizat în trei compartimente majore cu aspecte geologice diferite :

- nordic, ridicat, cu eocen (Sotrile) și oligocen (Pucioasa) în substrat, burdigalian cu sare și conglomerate, helveţian inferior-mediu, badenian-mediu-superior, sarmaţian, în special spre zonele coborîte dinspre nord și pliocen ; acumulări de ţiţei în helveţian (Strîmbu, Cobia Nord) sarmaţian (Cobia N) și local în meoţian (Pădureni) ;
- central, aproximativ în aceeași alcătuire ca precedentul dar cu întreg pachetul de strate mai ridicat cu circa 400 m ;
- sudic, mult coborît, faţă de precedentele, cu sare ridicată pînă sub meoţian, diapirism care aduce stratele burdigaliene și helveţiene în poziţie verticală sau chiar uşor răsturnată, și favorizează migraţia hidrocarburilor din oligocen (neîntîlnit prin sonde pînă în prezent) în gresiile și nisipurile sarmaţiene și, în special, meoţiene care produc, practic, în tot flancul sudic. Spre deosebire de flancul nordic, unde helveţianul superior marnos, cu înclinări mai mici, împiedică migrarea totală a hidrocarburilor în sarmaţian și meoţian, formînd numai slabe acumulări în orizonturile grezo-nisipoase inferioare, în flancul sudic, din cauza înclinării mari a stratelor helveţiene, hidrocarburile se pot deplasa ascensional cu uşurinţă, staţionînd în depozite mai noi, prezentînd aspectul unei migraţii ternare.

În această structură se remarcă din nou influenţa generatoare a olgiocenului care depășește, ca intensitate, pe cea badenian-sarmaţiană, ataşînd structura, sub acest aspect în mod evident, Depresiunii Getice. Spre sud, spre Pătroaia, Găești, Gura Suţii, unde badenian-sarmaţianul se îngroaşă din nou, iar aranjamentul structural-tectonic este caracterizat de brachianticlinale mai calme, acumulările de hidrocarburi din meoţian sînt direct determinate de acest generator. Afirmaţia este confirmată de ape (fără ţiţei) sarmaţiene și meoţiene din structura Titu. Sub acest din urmă aspect se menţionează că problema migraţiei ţiţeiului badenian-sarmaţian din Avanfosa Carpatică în platformă nu a făcut obiectul unui studiu special dar care se impune cu acuitate. Unele referiri în teme de cercetare ale Institutului de cercetări și proiectări pentru petrol și gaze, menţionate anterior sau articole publicate, semnalează cazuri asemănătoare (Brădești, Oporelu, Periș, Urziceni, Bordei Verde etc.), confirmînd observaţia referitoare la acumulările albiene din structura Titu.

În afara datelor de mai sus, provenite din structura Gura Suţii, în acest sector nu s-au efectuat alte cercetări din lipsa unui material corespunzător.

Privit în ansamblu, potenţialul petroligen al zonei de contact dintre Depresiunea Getică și

* Popa Gh. „Raport geologic-geofizic de sinteză asupra masivului de sare Slătioarele-Argeș" I.C.P.P.G. Cîmpina, 1976, Arhiva Ministerului Petrolului.

Platforma Moesică revine oligocenului în structurile cu formaţiuni, regim de sedimentare şi tectonică de depresiune care formează acumulări în helveţian, miocen superior şi pliocen şi badenian-sarmaţianului din structurile tipic platformice care formează acumulări în triasic, jurasic (parţial), albian, miocen superior şi pliocen.

Sintetizînd observaţiile privind migraţia secundară a hidrocarburilor şi condiţiilor de formare a unor zăcăminte în această arie, se constată următoarele.

— Migraţia secundară a hidrocarburilor nu are caractere violente ca în flancul nordic al Depresiunii Getice, datorită, atît generatorului mai slab decît cel oligocen, cît şi capcanelor care nu mai sînt confortabil dominate de cele structurale, anticlinale.

— Migraţia secundară are o arie de răspîndire în spaţiu foarte mare, contribuind, în măsură variabilă, la formarea unor acumulări, atît în zona median-sudică a Depresiunii Getice cît şi în cea nordică a Platformei Moesice.

— Formarea zăcămintelor miocene superioare este determinată de intensitatea generatorului, receptivitatea zonelor de apel, respectiv calitatea şi poziţia colectorului ca şi de constituţia lito-stratigrafică a căilor de transport al fluidului.

— Formarea zăcămintelor miocene superioare, prin modul complex în care au luat naştere, determinat de planul de discordanţă pe care se aştern, a avut loc în mai multe etape, condiţionate în ceea ce priveşte acumularea sedimentelor în depresiune de cutările stirică şi attică în special, iar în ceea ce priveşte platforma, de mişcările pe verticală care au generat în fazele de exondare, denudarea reliefului pozitiv, acumularea materialului în zonele de vărsare hidrografică din aria nordică a platformei şi colmatarea paleovăilor cu sedimente neogene în faza de ingresiune marină miocenă superioară.

Concluzii

Continuînd seria de cercetări în vederea precizării condiţiilor de formare a acumulărilor de hidrocarburi în România şi încadrată într-un program special de activitate, lucrarea de faţă contribuie, prin datele şi concluziile obţinute, la mărirea gradului de cunoaştere geologică a zonei de contact dintre Platforma Moesică şi Depresiunea Getică, evidenţiind aspecte particulare ale unor zăcăminte neogene de hidrocarburi care pot constitui repere utile în extinderea cercetării prin sonde, atît în zona respectivă, cît şi în altele asemănătoare.

Folosind o metodologie modernă de investigare, axată pe cercetări complexe de laborator şi bazată pe un bogat material geologic documentar, s-a abordat în proporţii variabile, determinate de posibilităţile metodelor utilizate, aspectele esenţiale ale formării unor zăcăminte exploatabile de hidrocarburi : rocile generatoare, rocile colectoare şi migraţia secundară, mai puţin condiţiile de conservare naturală a zăcămintelor, problemă care impune preocupări speciale, în afara celor din această lucrare.

Principala rocă-sursă de hidrocarburi din zona cercetată aparţine badenian-sarmaţianului. Răspîndirea sa, amplitudinea generării şi calitatea hidrocarburilor posibil generate determină separarea a două sectoare cu potenţial petroligen optim, responsabile direct sau indirect de formarea unor zăcăminte în neogen ca şi în formaţiuni mai vechi, în condiţiile specifice ale subasmentului platformic.

Un generator subordonat ca intensitate şi răspîndire aparţine meoţianului pelitic care a putut determina formarea unor acumulări în special de gaze, în partea estică a zonei de limită între depresiune şi platformă.

În cîteva structuri de natură depresionară, apropiate sectorului de limită cu platforma, se resimte influenţa generatoare a oligocenului depresiunii care formează acumulări în helveţian şi meoţian.

Procesele de migraţie secundară ale hidrocarburilor s-au desfăşurat în această zonă probabil cu mult mai puţină violenţă decît în flancul nordic al Depresiunii Getice. Aceasta se poate datora, atît factorului tectonic mai puţin activ, controlat în bună măsură de mişcările platformei, cît şi intensităţii şi calităţii hidrocarburilor din badenian-sarmaţian — principalul generator. Acestor cauze li se mai pot adăuga şi principalele tipuri de capcane din care cele netectonice au o pondere mai mare decît în flancul nordic al Depresiunii Getice.

Interpretîndu-se raporturile dintre rocile-sursă şi unele zăcăminte de hidrocarburi cunoscute, ca Bibeşti-Bulbuceni, Hurezani-Piscu Stejarului, Zătreni, Drăganu-Călina, Oteşti, Vaţa, Oarja-Călineşti, Suţa Seacă-Cobia, s-au putut reconstitui, în ansamblu, etapele şi căile principale de migraţie secundară, implicit modul de formare a zăcămintelor respective.

Generalizarea preliminară a mecanismelor de migraţie, a traseelor şi etapelor acesteia, a permis conturarea unor arii din zona de contact a platformei cu Depresiunea Getică sau apropiate acesteia, în care se întrunesc, potrivit metodologiei utilizate, condiţii favorabile prezenţei unor obiective de interes pentru hidrocarburi. Acestea pot constitui, în funcţie de programele unităţilor de proiectare şi execuţie, elemente fundamentale de cercetare prin noi sonde.

Ca o concluzie finală se menţionează că în regiunea cercetată, zăcămintele din sarmaţian sînt toate, practic, primare, la nivelul etajului,

cele din meoţian, primare şi secundare, fapt care poate explica şi proprietăţile diferite ale hidrocarburilor din aceste rezervoare, iar cele din helveţian sau formaţiuni preneogene, în exclusivitate secundare.

Se subliniază, de asemenea, unele particularităţi ale migraţiei secundare care permit formarea de acumulări, atît în avanfosă, cît şi în platformă, în formaţiuni mai noi sau mai vechi şi uneori la distanţe apreciabile.

Rezultatele prezentate, în afara importanţei lor documentare în elaborarea proiectelor pentru noi lucrări geologice în regiune, evidenţiază necesitatea continuării şi dezvoltării acestui gen de cercetări, atît prin abordarea unor noi zone dar, mai ales, prin mărirea gradului de investigare în zone de prim interes.

Bibliografie

[1] Balteş, N. *Contribuţii şi noi aspecte ale cercetării palinologice din România cu privire la acumularea, migrarea şi formarea petrolului.* Mine, Petrol şi Gaze **27**, nr. 11—12, 1976, p. 552—556.

[2] Balteş, N. *Palinologia apelor de zăcămînt din partea vestică a Platformei Moesice.* Mine, Petrol şi Gaze, **28**, nr. 8, 1977, p. 364—369.

[3] Balteş, N. *Unele consideraţii palinologice privind migrarea hidrocarburilor în Platforma moesică şi Avanfosa Carpatică din România.* Mine, Petrol şi Gaze, **30**, 3, 1979, p. 141—146.

[4] Balteş, N. *Substanţa organică diseminată în rocile detritice şi unele metode speciale de studiu ale acesteia.* Mine, Petrol şi Gaze, **32**, 1—2, 1981, p. 68—76.

[5] Balteş, N. ş.a. *Cercetări complexe de laborator pentru cunoaşterea modului de formare a zăcămintelor de hidrocarburi din flancul nordic al Depresiunii getice. II. Migrarea şi acumularea hidrocarburilor.* Mine, Petrol şi Gaze, **33**, 1, 1982, p. 87—92.

[6] Paraschiv, D. *Platforma moesică şi zăcămintele ei de hidrocarburi.* Ed. Academiei R.S.R., 1979, 195 p.

INFORMAŢII

Festivalul Naţional „Cîntarea României" ediţia a III-a „Bilanţ şi perspective în activitatea de creaţie ştiinţifică şi tehnică de masă"

Săptămîna ştiinţei şi tehnicii româneşti
Baia Mare, 15—22 august 1983

Sub egida Ministerului Minelor, a Centralei minereurilor Baia Mare, a Comitetului Uniunii Sindicatelor din întreprinderile miniere, petrol, geologie şi energie electrică şi a Consiliului Judeţean al Sindicatelor Maramureş, în perioada 15—22 august 1983 a avut loc la Baia Mare în cadrul Săptămînii ştiinţei şi tehnicii româneşti şi a Festivalului Naţional „Cîntarea României", ediţia a III-a, simpozionul cu tema „Bilanţ şi perspective în activitatea de creaţie ştiinţifică şi tehnică de masă" şi o expoziţie a celor mai reprezentative realzări ale personalului din cadrul Ministerului Minelor din ultimii ani.

Dschiderea simpozionului a fost marcată printr-o reuniune plenară la care au participat un număr de peste 300 de invitaţii din întreaga ţară, reprezentanţi din partea centralelor, institutelor de cercetări şi proiectări şi unităţilor productive din domeniul minereurilor feroase, neferoase, nemetalifere şi al cărburelui.

Cuvîntul de deschidere a lucrărilor simpozionului şi de salut al participanţilor, din partea gazdelor, a fost rostit de dr. ing. Valer Gabrian, director general al C.M. Baia Mare.

A urmat apoi cuvîntul tov. ing. I. Mărăscu, director adj. al D.T.M.E. din Ministerul Minelor.

După discursurile de deschidere, dr. ing. V. Gabrian expune referatul de fond *Preocupări şi realizări în cadrul cercetării, proiectării şi creaţiei tehnice de masă în Centrala minereurilor Baia Mare.*

Festivitatea de deschidere s-a încheiat cu vernisajul expoziţiei organizate cu acest prilej.

În urma epuizării problematicii dezbătute în reuniunea plenară şi a vizitei expoziţiei, lucrările s-au desfăşurat pe trei secţiuni.

În cadrul secţiunii I Exploatarea minereurilor feroase, neferoase şi nemetalifere au fost prezentate 17 lucrări, oglindind preocupările specialiştilor din centrale, cercetare-proiectare şi producţie legate de: problematica actuală în cadrul exploatării unor zăcăminte cu potenţial mare de rezerve de minereuri; creşterea gradului de recuperare şi valorificare a metalelor; contribuţia cercetării ştiinţifice la dezvoltarea extracţiei minereurilor neferoase; realizări pe linia creaţiei tehnico-ştiinţifice de masă; elaborarea unor metode şi tehnologii îmbunătăţite sau noi de exploatare, săpare, transport, mecanizare, unele aspecte de mecanica rocilor-aplicată şi reducerea consumurilor de energie, metale, lemn, ciment şi bitum.

Lucrările prezentate, abordînd aproape toate aspectele exploatării minereurilor, au stîrnit un larg interes în rîndul participanţilor, manifestat prin numeroase intervenţii, finalizîndu-se cu discuţii constructive, ale căror concluzii se pot restrînge la următoarele:

— lucrările prezentate au abordat problemele stringente cu care se confruntă producţia, iar cercetările întreprinse au o aplicabilitate imediată;

— există o conlucrare bună între institutele de cercetare-proiectare şi unităţile productive, în vederea realizării sarcinilor de plan;

— soluţiile elaborate şi prezentate în cadrul lucrărilor de specialitate se situează la un înalt nivel tehnic şi ştiinţific;

— majoritatea soluţiilor prezentate sînt aplicate sau în curs de aplicare;

— la aplicarea noilor soluţii este necesară respectarea cu stricteţe a disciplinei tehnologice;

— este necesară preluarea experienţei sau a unor soluţii adecvate şi de alte unităţi productive, în vederea scurtării duratelor de cercetare-experimentare;

— la alegerea şi dimensionarea susţinerilor miniere, precum şi la dirijarea presiunilor miniere, acolo unde este posibil,

să se țină seama de factorul de fisurație, calculat după metodologia prezentată.

★

La secțiunea a II-a Prepararea minereurilor feroase, neferoase și nemetalifere s-au prezentat 35 de lucrări, tratînd, atît aspectele legate de tehnologiile de preparare, cît și aspectele legate de dotarea uzinelor de preparare a minereurilor cu utilaje noi și perfecționate, precum și automatizarea acestora.

Astfel, au fost prezentate preocupările specialiștilor legate de : realizări și perspective în domeniul preparări minereurilor neferoase ; flotația colectivă integrală ; prepararea minereurilor compacte cuprifere ; valorificarea minereurilor din zone noi ; extragerea din concentrate a unor metale cum ar fi bismutul și manganul ; valorificarea superioară a piritelor tip Suior ; înnobilarea minereurilor de fier hematitice ; creșterea gradului de recuperare a resurselor minerale cu conținut scăzut de fier ; modernizarea fluxurilor tehnologice de la instalațiile de preparare ; realizări în domeniul măcinării autogene a minereurilor neferoase ; creșterea randamentului de clasare în hidrocicloane ; sinteza și promovarea unor noi reactivi indigeni de flotație și epurarea apelor reziduale din instalațiile de flotație.

Legat de aspectele de dotare cu utilaje și automatizarea unor faze ale procesului tehnologic de flotație, cercetările s-au axat pe : modernizarea mașinilor de flotație ; proiectarea unor mașini noi de flotație ; realizarea unor pompe pentru vehicularea suspensiilor foarte dense ; protecția antiabrazivă și anticorozivă a utilajelor de preparare ; realizarea analizorului cu fluorescență de raze X în flux continuu — ca element de automatizare ; automatizarea proceselor tehnologice de preparare ; elaborarea sistemului de transport aerodepresiv containerizat și asociat cu aceste preocupări s-au mai întreprins lucrări pentru reducerea consumului de energie electrică ; recuperarea agentului termic de la compresoare, proiectarea unor microhidrocentrale și realizarea unor regulatoare de factor de putere în instalațiile industriale.

Urmare intervențiilor și discuțiilor pe marginea lucrărilor prezentate se pot contura următoarele concluzii :

— se impune intensificarea activității de valorificare a metalelor neferoase ;

— este necesară intensificarea eforturilor de valorificare a metalelor nobile, astfel încît să se ajungă și cu aceasta la nivelul gradului de valorificare a Pb, Cu și Zn ;

— măcinarea autogenă, o preocupare mai nouă, este competitivă măcinării clasice ;

— întărirea contactelor cu celelalte unități prin schimburi de experiență și simpozioane.

★

Secțiunea a III-a Exploatarea și prepararea cărbunilor a găzduit dezbateri privind probleme ca : preocupări în vederea mecanizării complexe a abatajelor la exploatarea stratelor de lignit în condiții grele ; metodă de exploatare cu abataj cu front scurt cu un singur preabataj pe felie ; metodă de exploatare a stratului trei cu tavan de rezistență din Valea Jiului ; gazeificarea lignitului ; reducerea cantității de steril din cărbunele extras de la minele din Valea Jiului ; realizarea spumelor de rășini sintetice și mijloacele de punere în operă la executarea unor lucrări subterane ; soluții pentru hidroizolarea lucrărilor miniere de deschidere ; realizarea în țară a capselor milisecundă ; introducerea micii mecanizări în vederea reducerii efortului fizic și a timpilor de montaj ; reducerea zgomotului și metode și mijloace de prevenire și combatere a focurilor și incendiilor subterane, materializate în 12 lucrări științifice.

În urma discuțiilor vii purtate pe marginea celor prezentate se pot sintetiza următoarele concluzii :

— extinderea utilizării complexului mecanizat de abataj care s-a proiectat la comanda I.M. Sălaj și la alte unități miniere cu condiții asemănătoare de zăcămînt ;

— continuarea cercetărilor și experimentărilor și la alte unități a procedeelor de etanșare a lucrărilor miniere cu spume de rășini sintetice ;

— capsele milisecundă realizate în țară prezintă parametrii funcționali și de siguranță la nivelul cerințelor stabilite și a performanțelor capselor din import ;

— lucrările prezentate, pe lîngă valoarea lor practică, au multe elemente de originalitate.

Lucrările simpozionului s-au încheiat cu festivitatea de premiere a celor mai bune lucrări științifice, decernîndu-se 6 premii I ; 9 premii II ; 10 premii III, în cadrul etapei pe ramură și 4 premii I ; 2 premii II ; 4 premii III, în cadrul etapei republicane.

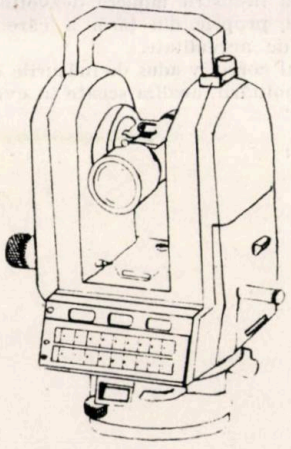
ȘTIRI

Un instrument topografic de precizie „inteligent"

Firma Wild HEERBRUGG (CH—9435 HEERBRUGG, Elveția) a realizat recent ceea ce este descris ca un nou instrument topografic, prin combinarea unei „inteligențe" programabile și un sistem de măsurare dinamică a unghiurilor, de un tip cu totul nou. Aparatul Theomat Wild T—2000 este considerat a fi primul teodolit informatic din lume. (Prin informatică se înțelege știința și tehnica de prelucrare programabilă și automată a informațiilor prin hard-softwore). Elemente optice, mecanice, electronice și de informatică sînt combinate pentru prima dată într-un teodolit informatic, care oferă o deosebită precizie, flexibilitate și o automatizare prin calculator (computer-related automation). Precizia lui este de $\pm$ 0,5 secs (0,15 mgon) egal cu $4/10^7$ parte din circumferința unui cerc.

Teodolitul informatic Theomat Wild T—2 000 este nu numai un teodolit de înaltă precizie, dar poate fi și creerul, centrul de energie și control al unui sistem modular cuprinzător.

De exemplu, un aparat Wild Distomat (instrument de măsurat în infraroșu) poate fi adaptat la telescopul T— 2 000. Cu această combinație se pot determina și afișa pantele și distanțele orizontale, cotele și coordonatele, în plus unghiurile orizontale și verticale măsurate cu T—2 000. De asemenea, echipamentul transportă coordonatele și afișează datele calculate. Cu aparatul Theomat Wild T—2 000 se pot folosi



trei modele diferite de aparate Wild Distomat: modelul D—14 pînă la 2 km, modelul D—14 L pentru traseu de 5 km și modelul D—120 pentru trasee lungi, pînă la 14 km, cu precizie de 3 mm ± 1 ppm.

Theomat este livrat cu toți componenții, inclusiv Distomat, cu sursă de energie electrică și centralizează toate afișările și funcțiile de control pe tabloul de comandă al aparatului Theomat. Panoul de semnalizare este codificat colorat, iar cele trei cadrane cu cristale lichide au prompts și simboluri. De asemenea, la aparatul Theomat se poate adapta echipamentul accesoriu folosit la aparatele Wild existente.

Conceptul Theomat se completează cu noul terminal de date Wild GRE—3. Acesta este primul instrument topografic care folosește memorii cu bule pentru înmagazinarea permanentă a datelor măsurate și toate celelalte informații cerute. Datele furnizate de Theomat/Distomat sînt înmagazinate automat. Datele înregistrate pot fi afișate direct și cumulat, întregite sau corectate selectiv, după cerință.

O caracteristică importantă a terminalului Wild GRE—3 este și aceea că poate primi date de la o bază de calculator sau de la un sistem de trasare grafică interactiv pe care le pune la dispoziția aparatului Wild T—2 000. În terminalul GRE—3 se poate integra un modul de program BASIC la alegere capabil să programeze sistemul topografic modular Theomat pentru lucrul în teren, inclusiv înmagazinarea informațiilor de lucru și de sarcină. Astfel, topograful în teren poate lucra precis, ușor și repede, efectuînd orice sarcină cu eficiență maximă.

Aparatul Wild Theomat T—2 000 se bazează pe knowhuw-ul acelorași specialiști de precizie Wild care, de decenii, au livrat topometrilor instrumente de înaltă precizie și cu trăinicie maximă. Teste dificile au demonstrat trăinicia aparatului Theomat în condiții extreme de climă, transport, precipitații, praf și vibrații într-un interval de temperaturi de —20°C la +50°C. Aparatul Theomat T—2 000 satisface ideal atît pe topometrul din teren, cît și pe proiectantul care lucrează în birou cu ajutorul calculatorului.

Ing. **Șt. Benea**

RECENZII

Lăzărescu, I. **Protecția mediului înconjurător și industria minieră**. Ed. Scrisul Românesc, Craiova, 1983, 230 pag., 41 fig., 42 tab., 76 ref. bibliografice, format 18×24 cm.

În lucrare se tratează un subiect de mare actualitate în lume și pentru țara noastră în care industria minieră joacă un rol însemnat în cadrul industrializării, care a cunoscut nivele de dezvoltare la ritmurile cele mai înalte.

Cartea cuprinde trei părți.

Prima parte se ocupă de generalități, din care rezultă importanța problemei privind mediul înconjurător, actualitatea și conexiunile cu organismele vii, cu omul, tehnologiile practicate, capacitatea de prevedere. De asemenea, sînt date definițiile unor noțiuni de bază (sistem ecologic, poluare etc.) și disciplinile care contribuie la multiplele aspecte legate de protecția mediului înconjurător.

În partea a doua a lucrării se prezintă însușirile caracteristice generale ale industriei miniere care, prin activitățile desfășurate, sub aspect ecologic, reprezintă un factor cu incidență majoră asupra mediului înconjurător. Pentru cunoașterea exactă a rolului pe care îl joacă industria minieră în perturbarea mediului înconjurător, se analizează, pe de o parte, elementele care influențează nefavorabil mediul (reziduuri, zgomote, vibrații etc.), pe de altă parte factorii de mediu afectați (solul, apa, aerul).

Față de incidențele elementelor analizate, se dau soluții concrete pentru limitarea influenței lor negative, funcție de starea fizică a reziduurilor și provenienta lor.

Experiența din străinătate este larg comentată, cu exemple din diferite țări cu industrie minieră dezvoltată, la care se adaugă experiența proprie din țară, a cărei extindere și generalizare sînt de actualitate.

Pe lîngă aspectul corectiv adus de măsurile experimentate pentru reducerea poluării, analiza scoate în evidență și efectele economice, traduse printr-o valorificare complexă și mai completă a rocilor excavate.

Partea a treia analizează sintetic protecția mediului înconjurător și industria minieră din Romania. O scurtă inventariere a zăcămintelor, condițiile naturale de zăcămînt, ca și diversitatea zăcămintelor de substanțe minerale utile arată existența unor factori care aduc dificultăți în activitatea de protecție a mediului înconjurător (reziduuri răspîndite pe suprafețe mari, gamă întinsă și foarte variată de deșeuri poluante, rezultate din prelucrarea rocilor utile etc.). În contrast cu această situație, aspectele hidrografice și populația regiunilor miniere prezintă un tablou cu o complexitate care cere studierea atentă a fiecărei zone miniere pentru normalizarea diverselor situații datorită aglomerării. Datele statistice folosite ajută la aprecierea justă a situației, iar concluziile trase reflectă preocuparea permanentă pe care trebuie să o manifeste întreprinderile miniere pentru protecția mediului înconjurător, „efectuînd tot ce este necesar pentru a-l feri de degradare prin reziduuri și a-l menține propriu pentru perpetuarea sistemelor biotice existente".

Lucrarea cuprinde, în final, prevederile legale în R. S. Romania pentru protecția mediului înconjurător izvorîte, atît din documente internaționale, cît și din realitățile cu care se confruntă țara noastră în această problemă. Efectele acestei acțiuni sînt evidențiate și prin cheltuielile conținute în costul produselor realizate care impune adoptarea de tehnologii nepoluante cu costuri minime.

Cartea, scrisă într-un spirit de înaltă responsabilitate, aduce o contribuție substanțială la înțelegerea aspectelor legate de protecția mediului înconjurător din țara noastră privite prin prisma activității industriei miniere.

Ing. **St. Benea**

MINISTERUL MINELOR

combinatul minier cluj

PRODUCE:

Nisipuri clăsate, caolinuri, argile, bentonită, precum şi:

CUARTURI GRANULATE
în instalaţiile:
Aghireş şi Făgetul lerii,
utilizate în:

- instalaţiile de filtrare a apei;
- industria materialelor de construcţii;
- foraje;
- siderurgie.

CUARTURILE GRANULATE se produc în sortimente granulometrice în următoarele clase:

1.....2,8mm.
0,71.....2,8mm.
0,5.....3,15mm.
0,5.....2mm.
0,2.....0,8mm.
0,2.....1mm.
2.....6mm.

La cerere se pot livra şi alte sortimente.
Superioritatea CUARTURILOR GRANULATE rezultă din compoziţia chimică a acestora:

- bioxid de siliciu între 96 şi 97%;
- trioxid de fier între 0,5 şi 0,6%;
- coeficient de neuniformitate între 1,5 şi 2,5%;
- substanţe organice între 0,2 şi 0,5%.

COMBINATUL MINIER CLUJ
Str. Horia nr. 78
Telefon 34288

MINISTERUL PETROLULUI

CENTRALA GAZULUI METAN - MEDIAŞ -

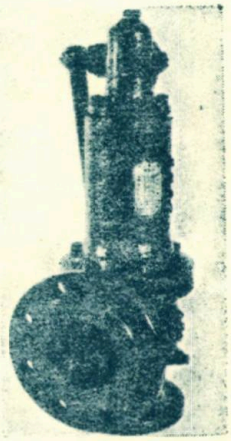
INTREPRINDEREA MECANICĂ GAZ METAN MEDIAŞ

PRODUCE:

- Aparatură pneumatică
- Aparate de măsură debite de gaze
- Arzătoare pentru gaze naturale
- Confecţii de utilaje tehnologice pentru ţiţei şi gaze, precum şi :

UTILAJE COMPLEXE PENTRU EXTRACTIA GAZELOR NATURALE

- Unitate de producţie, cu următoarele caracteristici principale :
  - presiunea statică, max. 250 bari;
  - presiunea de lucru, 64-40 bari;
  - debite de lucru, între 410.000 şi 910.000 Nm^3/zi;
  - debit maxim de lichid, 25 t/zi;
  - eficienţa separării, min. 99%;
  - presiunea de acţionare, între 6 şi 1,5 bari;
- Instalaţie de protecţie automată a sondelor de gaze tip IP, cu următoarele caracteristici principale :
  - presiunea statică, max. 210 bari;
  - presiunea de comandă:
    - pentru ventil colţar, 6 bari;
    - pentru presostat şi ventil cu 3 căi, 1,5 bari;
  - presiunea de blocare la depăşirea parametrilor maximi şi minimi, reglabilă prin presostat.
- Incălzitor indirect de gaze automatizat tip IG-2, cu următoarele caracteristici principale:
  - presiunea statică maximă în serpentina tehnologică, 250 bari;
  - presiunea maximă de lucru în serpentina tehnologică, 120 bari;
  - presiunea maximă de ieşire din serpentină după duză, 64 bari;
  - debit de gaz tehnologic, max. 600.000 Nm^3/zi;
  - capacitatea termică, 2 Gcal/h;
  - suprafaţa de încălzire în focar, 6,4 m^2;
  - consumul de gaz combustibil, 24 Nm^3/h;
  - presiunea de comandă şi acţionare, 1,5 şi 6 bari.



INTREPRINDEREA MECANICA
PENTRU GAZ METAN - MEDIAS
Str. Aurel Vlaicu nr. 35 A
Telefon : 15864

E 1445

MINE PETROL GAZE

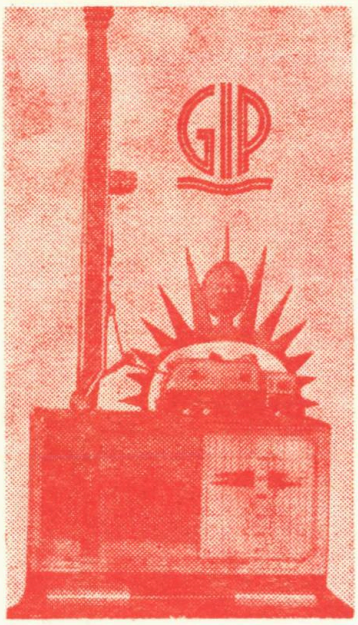
BUCUREȘTI - ROMÂNIA * Vol. 34, noiembrie 1983

11

MINISTERUL PETROLULUI

INTREPRINDEREA CAROTAJ ȘI PERFORARE PLOIEȘTI

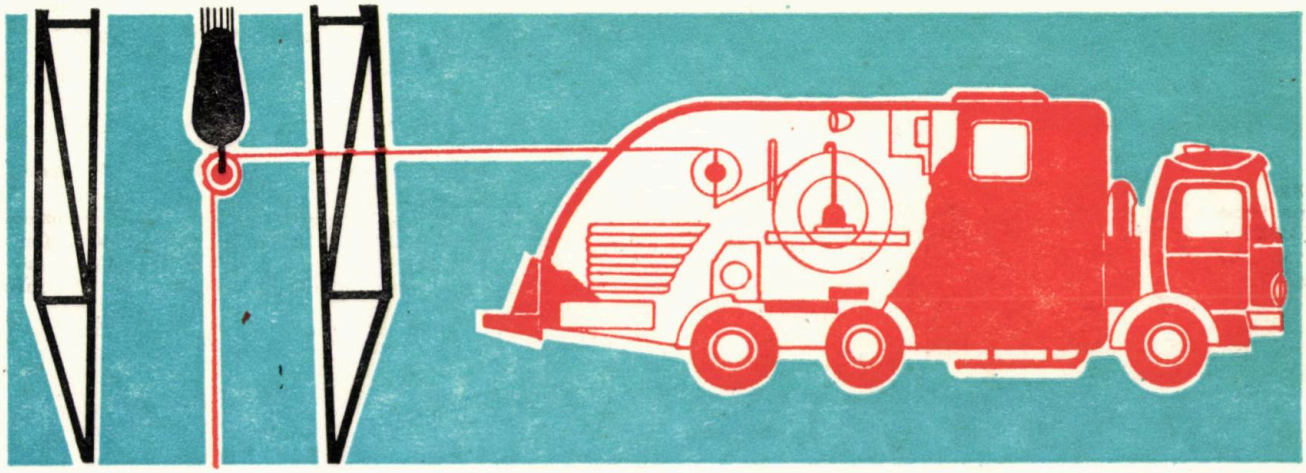
Str. Clopoței nr. 2A
TELEFOANE: 4.54.21 - 1.17.74 - 2.34.40 - 2.18.42
TELEX : 207



INTREPRINDEREA CAROTAJ ȘI PERFORARE PLOIEȘTI EXECUTĂ O GAMĂ COMPLEXĂ DE OPERAȚIUNI DE PUNERE ÎN PRODUCȚIE A SONDELOR DE EXPLORARE ȘI EXPLOATARE LA PRESIUNI ȘI TEMPERATURI RIDICATE.

INTREPRINDEREA POATE EXECUTA OPERAȚIUNI CUM SÎNT :

- DETECTĂRI ALE LOCULUI DE PRINDERE A MATERIALULUI TUBULAR
- DETONĂRI, ÎN VEDEREA DEGAJARII MATERIALULUI TUBULAR PRINS IN SONDĂ
- PROBE LATERALE DIN STRAT
- PERFORAREA SONDELOR CU APARATURĂ LANSABILĂ PRIN COLOANĂ SAU ȚEVI DE EXCTRACȚIE
- FIXĂRI DE PACKERE ÎN COLOANĂ
- FIXĂRI DE DOPURI IN COLOANĂ.



MINE, PETROL ŞI GAZE

ORGAN AL MINISTERULUI MINELOR ŞI MINISTERULUI PETROLULUI

ANUL XXXIV

Nr. 11 1983

CUPRINS

Leţu, N., Semen, C., Buşe, Fl., Arsin, C. **Utilizarea calculatoarelor electronice în alegerea utilajelor şi optimizarea parametrilor tehnologici la executarea lucrărilor miniere** 522

Brâncuş, A., Gabrian, L., Buciu, C. **Unele căi pentru creşterea recuperării aurului şi argintului la flotaţia minereurilor complexe sărace în metale preţioase** . 529

Micu, L., Ludmann, T., Pop, I., Păşcuţ, C. **Instalaţie pneumatică pentru reglarea automată a nivelului de tulbureală la celulele de flotaţie** 531

Pop, Gh., Catilina, R., Buzilă, Al., Popescu Gh., Cioloboc, D. **Datarea geocronologică Rb/Sr a granitoidelor de Pricopan şi Greci (Dobrogea de Nord) şi analiza relaţiilor structurale în care se găsesc aceste masive** 532

Iordache, G. **Diagrama presiune-volum la cimentarea coloanelor cu ajutorul niplurilor speciale** . . . 539

Stan, D. Al., Minescu, Fl. **Permeabilităţi mărite în jurul găurii de sondă** 543

Petre, N. **Dimensionarea garniturilor de prăjini de pompare (I)** . . . 546

Balteş, N. **Roci-sursă de hidrocarburi în Depresiunea Birladului (sectorul Conteşti)** 555

Recenzii

COLEGIUL DE REDACŢIE

Ing. VASILE SCRIPĂŢ, *preşedinte;* **dr. ing. GHEORGHE ALDEA; ing. ŞTEFAN BENEA; dr. geol. IOSIF BERCIA ing. TEODOR BORU; dr. ing; GHEORGHE DONŢOV DANU; ing. VIRGIL FĂTU; dr. ing. IANCU GEANGĂLĂ; dr. ing. FLOREA NEAGU; ing. NICOLAE PANTILIE; ELENA VRÂNCEANU,** *redactor.*

REZUMATE

C.Z. 622.232 : 622.27

L e ţ u, N. ş.a. *Utilizarea calculatoarelor electronice în alegerea utilajelor şi optimizarea parametrilor tehnologici la executarea lucrărilor miniere*

În urma experimentărilor efectuate, autorii apreciază că prin echiparea lucrărilor miniere de cercetare geologică, precum şi a lucrărilor de deschidere din industria minieră cu instalaţii mobile de perforare, maşini de încărcat şi vagonete-siloz, se creează un complex mecanizat de săpare care poate asigura creşterea vitezei de săpare în condiţiile unei eficienţe maxime.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 11, 1983

C.Z. 622.765 : 622.342 : 669.21/23

B r â n c u ş, A., G a b r i a n, L., B u c i u, C. *Unele căi pentru creşterea recuperării aurului şi argintului la flotaţia minereurilor complexe sărace în metale preţioase*

Autorii demonstrează ca prin creşterea alcalinităţii tulburelii în faza de flotaţie a blendei şi piritei pînă la pH = 8, se realizează creşterea gradului de recuperare a aurului şi argintului din agregatele minerale de aur — blendă şi argint — blendă, precum şi asigurarea flotabilităţii aurului şi argintului prezenţi sub formă liberă în tulbureală.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 11, 1983

C.Z. 622.765 : 622.7.01

M i c u, L.ş.a. *Instalaţie pneumatică pentru reglarea automată a nivelului de tulbureală la celulele de flotaţie*

În scopul reglării automate a nivelului de tulbureală la celulele de flotaţie pneumomecanice, autorii prezintă o instalaţie realizată la Institutul de cercetări şi proiectări pentru minereuri neferoase Baia Mare, instalaţie în care sînt practicate, în preaplinul reglabil, orificii obturate de către dopuri acţionate automat şi amplasate în imediata apropiere a celor acţionate manual.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 11, 1983

C.Z. 551.736.3 : 551.762.1

P o p, G h. ş.a. *Datarea geocronologică Rb/Sr a granitoidelor de Pricopan şi Greci şi analiza relaţiilor structurale în care se găsesc aceste masive*

Se stabileşte că magma care a format granitoidele de Pricopan şi Greci este de provenienţă subcrustală şi că au fost două momente importante de manifestare magmatică : unul în hercinicul tîrziu, fazele saalică — pfaltzică (permianul superior) şi unul în fază chimerică veche (jurasic inferior).

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 11, 1983

C.Z. 622.243.7 : 622.245.4

I o r d a c h e, G. *Diagrama presiune — volum la cimentarea coloanelor cu ajutorul niplurilor speciale*

Este prezentată o metodă originală de întocmire a diagramei de variaţie a presiunii de refulare, în funcţie de volumele vehiculate în diferite etape ale operaţiei de cimentare, atunci cînd se folosesc nipluri speciale.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 11, 1983

C.Z. 622.241

S t a n, D. A l., M i n e s c u, F l. *Permeabilităţi mărite în jurul găurii de sondă*

Se calculează permeabilitatea orificiilor şi fisurilor cu deschidere variabilă care sînt realizate în jurul găurii de sondă, în scopul măririi permeabilităţii medii a stratului productiv. Este foarte posibil ca asemenea orificii şi fisuri cu deschideri variabile să se realizeze cel mai frecvent în vecinătatea găurii de sondă.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 11, 1983

C.Z. 622.24.053 : 621.67

P e t r e, N. *Dimensionarea garniturilor de prăjini de pompare* (II)

În lucrare se prezintă sinteza unor date privind dimensionarea prăjinilor de pompare la solicitări variabile, obţinute pe calculatoare numerice, şi trecerea pe cale grafică de la aceste date, prezentate sub formă de tabele, la alegerea unităţilor de pompare şi la evaluarea debitului de fluid extras. Relaţiile de calcul analitic pentru dimensionarea prăjinilor s-au simplificat în vederea alegerii rapide a componenţei garniturii de prăjini şi s-au elaborat nomograme în acest sens.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 11, 1983

C.Z. 553.98 : 551.76

B a l t e ş, N. *Roci-sursă de hidrocarburi în Depresiunea Birladului (sectorul Conteşti)*

Autorul prezintă zăcămîntul de gaz condensat din depozitele mezozoice (dogger) de la Conteşti, situat în partea de vest a Depresiunii Birladului. Acumularea de gaz condensat este cantonată într-un complex de gresii silicioase, cuarţitice şi calcaroase, de vîrstă bajociană. Sonde săpate în flancul estic al structurii au dat indicaţii de hidrocarburi.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 11, 1983

Recenzii

CONTENTS

C.Z. 622.232 : 622.27

Leţu, N. et al. *Computer use in the selection of equipment and technological parameter optimization in carrying out mining workings*

Following their experiments, the authors consider that by using mobile drilling units, loaders and hopper cars for mining workings of geological interest as well as the development workings in mining, a mechanized heading unit is created wich can ensure the increase of the heading speed with maximized efficiency.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 11, 1983

C.Z. 622.765 : 622.342 : 669.21/23

Brâncuş, A., Gabrian, L., Buciu, C. *Some ways for the improvement of gold and silver recovery in the flotation of loy grade precious metal ores*

The authors demonstrate that by increasing the slurry alcalinity in the flotation stage of blende and pirite up to pH = 8, a higher gold and silver recovery rate from the mineral aggregates blende-gold and blende-silver as well as the flotability of the free gold and silver present in the slurry is achieved.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 11, 1983

C.Z. 622.765 : 622.7.01

Micu, L. et al. *Pneumatic device for the automatic slurry level control in the flotation cells*

In order to automatically control the slurry level in the pneumo-mechanical flotation cells, the authors present a device designed at the Research and Design Institute for Nonferrous Ores Baia Mare in whose overflow slots are made which are obstructed by automatically actuated plugs wich are located immediately near the manually operated ores.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 11, 1983

C.Z. 551.736.3 : 551.762.1

Pop, Gh. et al. *Rb/Sr geochronological dating of the Pricopan and Greci type of granitoides and structural relationship analysis of these massifs*

It is established that the magma wich formed the Pricopan and Greci granitoides is of sub-crustal origin, with two main moments of magmatic occurences : one in the late hercinic, the saalic-pfaltzic phases (upper permian) and one in the old chimeric (lower jurassic).

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 11, 1983

C.Z. 622.243.7 : 622.245.4

Iordache, G. *The pressure-volume diagram in column cementing with the help of special collars*

An original method of discharge pressure variation curve drawing, in function of the volumes pumped in different phases of cementation, when using special collars, is presented.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 11, 1983

C.Z. 622.241

Stan, D. Al., Minescu, Fl. *Increased permeabilities around the well hole*

The permeability of the orifices and cracks with variable opening wich are made around the well hole in order to increase the average permeability of the productive stratum is calculated. It is very likely that such orifices and cracks with variable opening should most often be made in the nearby vecinity of the well hole.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 11, 1983

C. Z. 622.24.053 : 621.67

Petre, N. *Dimensioning of the pumping rod strings* (I)

The synthesis of some data regarding the dimensioning of the rod strings for variable strains, data which were obtained on numerical computers and their graphical conversion under the form of calculations.

The paper presents the synthesis of some data regarding the dimensioning of the pumping rod strings for variable strains, data which were obtained on numerical computers and presented in tabulated form and their graphical conversion, from tabulations to the selection of the pumping units and the evaluation of the flow rate of the extracted fluid. The relations of analytic calculation for rod dimensioning have been simplified in order to allow the rapid selection of the rod string componence and nomograms have been established for this purpose.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 11, 1983

C.Z. 553.98 : 551.76

Balteş, N. *Rocks from the Bîrlad depression (Conteşti area) — as hydrocarbon source*

The authors present the condensed gas field from the mezozoic deposits (dogger) of Conteşti, located in the western side of the Bîrlad depression. The condensed gas accumulation is hosted in a complex of silicious quartzitic and calcareous sandstones of bajocian age. Wells drilled in the eastern side of the structures indicated the presence of hydrocarbons.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 11, 1983

Review

СОДЕРЖАНИЕ

C.Z. 622.232 : 622.27

Ленцу, Н. и др. *Применение электронной вычислительной техники при выборе оборудования и оптимизации технологических параметров проведения горных выработок*

В результате проведения экспериментальных работ оценивается, что оснащением горных выработок геологического исследования и вскрышных горных выработок передвижными установками бурения, погрузочными машинами и вагонетками бункерного типа создаётся механизированный проходческий комплекс, который может обеспечивать увеличение скорости продвигания забоя при максимальной эффективности.

Ключевые слова: ЭВМ, проходка, горные выработки, выбор оборудования

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 11, 1983

C.Z. 622.765 : 622.342 : 669.21/23

Брынкуш, Л. и др. *Некоторые пути повышения извлечения золота и серебра при флотации комплексных руд с бедным содержанием драгоценных металлов*

Авторы доказывают, что путём повышения щелочности пульпы в процессе флотации сфалерита и пирита до $pH = 8$ получается повышение извлечения золота и серебра из минералов с содержанием сфалерита-золота и сфалерита-серебра, а также обеспечивается флотируемость золота и серебра, свободно находящихся в пульпе.

Ключевые слова: комплексные руды, флотация, драгоценные металлы, повышение извлечений.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 11, 1983

C.Z. 622.765 : 622.7.01

Мику, Л. и др. *Пневматическая установка автоматической настройки уровня пульпы в флотационных машинах*

В целях автоматической настройки уровня пульпы в пневмомеханических флотомашинах авторы предусматривают установку, разработанную Научно-исследовательским и проектным институтом руд цветных металлов г. Бая Маре, в сливе которой просверлены отверстия, закрываемые автоматическими пробками и расположенные в непосредственной близости закрываемых вручную отверстий.

Ключевые слова: Флотомашины пневмомеханические, пульпа, автоматическая настройка.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 11, 1983

C.Z. 551.736.3 : 551.762.1

Поп, Г. и др. *Геохронологический возраст Rb/Sr гранитоидов Прикопан и Гречь и анализ структурных отношений их нахождения в массиве*

Установлено, что магма, образующая гранитоиды Прикопан и Гречь подхрустального происхождения и, что были два важных момента магматического проявления: в поздний герчинск, саалиская-пфалитическая стадия (верхний перм) и соответственно древне кимерическая стадия (нижний юрас).

Ключевые слова: гранитоиды, геохронологический возраст, Прикопан, Гречь.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 11, 1983

C.Z. 622.243.7 : 622.245.4

Иордаке, Г. *Диаграмма „давление-объём" при цементации колонн с помощью специальных ниппле́й*

Представлен оригинальный метод составления диаграммы изменения давления нагнетания в зависимости от объёмов, транспортируемых в отдельных стадиях цементации, в случае применения специальных ниппле́й.

Ключевые слова: цементация колонн, диаграмма давления-объёмов, специальные ниппли.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 11, 1983

C.Z. 622.241

Стан, Д. и др. *Повышение проницаемости вокруг скважины*

Рассчитывается проницаемость отверстий и трещин переменного сечения, существующих вокруг скважины в целях повышения средней проницаемости продуктивной толщи. Очень возможно, что такие отверстия и трещины переменного сечения образуются наиболее часто вокруг скважины.

Ключевые слова: скважина, проницаемость, отверстия, трещины.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34 nr. 11, 1983

C.Z. 622.24.053 : 621.67

Петре, Н. *Определение размеров насосных штанг (I)*

В работе представлены обобщение данных об определении размеров насосных штанг при переменных нагрузках, полученных на цифровых ЭВМ, и графическое изображение этих данных, представленных в виде таблиц для выбора насосов и оценки количества добытой жидкости. Соотношения аналитического расчёта размеров штанг упрощены в целях скоростного выбора состава штанг, для чего были составлены соответствующие номограммы.

Ключевые слова: насосные штанги, номограмма, определение размеров, оценка количества жидкости.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 11, 1983

C.Z. 553.98 : 551.76

Балтеш, Н. *Источник углеводородов Депрессии Бырлада (участок Контешти)*

Автор описывает месторождение конденсационного газа в мезозойских отложениях (доггер) Контешти, расположенное в западной части Депрессии Бырлада. Скопления конденсационного газа приурочены в толще кремнистых песчаниках бажочанского возраста. Скважины, пробуренные в восточном склоне структуры показали наличие углеводородов.

Ключевые слова: источник углеводородов, Депрессия Бырлада, конденсационный газ.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 11, 1983

SOMMAIRE

Leţu, N. et al. *L'utilisation des calculateurs pour la selection des outillages et l'optimisation des paramètres technologiques à l'execution des travaux miniers*

Suivant les expérimentations éffectuées, les auteurs apprécient que les travaux miniers destinés à l'exploration géologique ainsi que cels de traçage équipés par des complexes mécanisés comportant des installations mobiles de forage, des chargeuses à pêlle et à silo sont capables d'assurer la croissance de la vitesse de creusement en conditions de rentabilité maxime.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 11, 1983

Pop, Gh. et al. *Datation géochronologique Rb/Sr des granitoïdes de Pricopani et Greci et l'analyse des rélations structurales de ceux masifs*

On établit que la magme qui a formé les granitoïdes de Pricopani et Greci est de provenance souscrustalle et que l'activité magmatique a connu deux moments importants : un dans l'hercinien tardif les phases sealique-pfaltzique (perm supérieur) et l'autre dans le kimerien tardif (jura inférieur).

Mine Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 11, 1983

Brâncuş, A., Gabrian, I. et Buciu, C. *Quelques voies pour la croissance de la récuperation de l'or et de l'argent à la flottation de minerais complexes pauvres en métaux précieux*

Les auteurs démontrent que par la croissance de l'alcalinité de la boue dans la phase de flottation de la blende et de la pyrite jusqu'à un pH = 8 on réalise la croissance du coefficient de récuperation de l'or et de l'argent des agrégats minérales d'or-blende et d'argent-blende ainsi que l'assurance de la flottabilité de l'or et de l'argent présents sous forme libre dans la boue.

Mine Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 11, 1983

Micu, L. et al. *Installation pneumatique pour le réglage automatique du niveau de la boue des celules de flottation*

Les auteurs présentent une installation réalisée à l'Institut de recherches et projets pour minerais non-ferreux de Baia Mare adaptable pour les celules pneumomécaniques. Dans la partie du trop-plein réglable les orifices sont obturés par de bouchons actionnés automatiquemeut en parallèle avec les installations voisines actionnés manuellement.

Mine Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 11, 1983

Iordache, G. *Diagramme pression-volume à la cimentation des colonnes de tubage avec raccords spéciaux*

L'auteur présente une méthode originale de traçage d'une diagramme de la variation de la pression de refoulement en fonction des volumes circulés en divers étapes de l'opération de cimentation quand s'utilisent des raccords spéciaux.

Mine Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 11, 1983

Stan, D. Al. et Minescu, Fl. *Les perméabilités accrues autour du troue de forage*

On estime la perméabilité des orifices et des fissures avec ouverture variable réalisés autour du troue de forage ayant comme but la croissance de la perméabilité moyenne dans la couche productive. Il est très possible que tels orifices et fissures aux ouvertures variables soivent réalisés au voisinage du troue de forage.

Mine Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 11, 1983

Petre, N. *Dimensionement des trains de tiges de pompage (II)*

Synthèse des données sur le dimensionement des tiges de pompage à des solicitations variables obtenus aux calculateurs et transformation de ces données par voie graphique sous forme de tables à la selection des unités de pompage et l'évaluation du débit de fluide extrait. Par ce procédé les rélations de calculation analitiques pour le dimensionement des tiges de forage sont simplifiées et la selection de la composition d'un train de tiges ajoutée par des nomogrammes est rapide.

Mine Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 11, 1983

Balteş, N. *Roches-source de hydrocarbures dans la depression de Bîrlad (secteur Conteşti)*

L'auteur présents le gisement de gaz condensé des dépôts mezozoïque (dogger) de Conteşti, situé dans la partie d'ouest de la depression de Bîrlad. L'accumulation de gaz condensé est contonnée dans un complexe de grès silicieux quartizitiques et calcareux de l'âge bajocien. Des sondes forées dans le flanc de l'est de la structure ont donné des indications pour hydrocarbures.

Mine Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 11, 1983

INHALT

C.Z. 622.232 : 622. 27

Leţu, N. et al. *Verwendung der elektronischen Rechner in der Wahl der Ausrüstungen und Optimierung der Betriebsparameter in den Bergbauarbeiten*

Folge der durchgeführten Versuche schätzen die Verfasser dass durch die Ausstattung der Bergbauaufschliessungs- und Ausrichtungsarbeiten mit fahrbaren Bohrmaschinen, Lader und Trichterwagen, eine maschinelle Vortriebsausrüstung geschaffen wird, welche die Erhöhung der Vortriebsgeschwindigkeit unter Höchstleistungsbedingungen sichert.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 11, 198

C.Z. 622.765 : 622.342 : 669.21/23

Brâncuş, A., Gabrian, L., Buciu, C. *Wege zur Erhöhung der Gold- und Silbergewinnung in der Flotation der komplexen mindergehaltigen Edelmetallerze*

Die Verfasser demonstrieren dass durch die Erhöhung der Schlammalkalinität bis p*H* = 8 auf der Flotationsstufe der Blende und des Pyrits, die Erhöhung des Gold- und Silbergewinnungsgrades aus den Mineralaggregaten Gold-Blende und Silber-Blende, sowie die Sicherung der Flotabilität der im Schlamm frei vorhandenen Gold und Silber erreicht wird.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 11, 1983

C.Z. 622.765 : 622.7.01

Micu, L. et al. *Drucklufteinrichtung für die automatische Regelung des Schlammniveaus in den Flotationszellen*

Zwecks der automatischen Regelung des Schlammniveaus in den luft-mechanischen Flotationszellen stellen die Verfasser eine von dem Forschungs- und Projektierungsinstitut für nicht-eisene Erze Baia Mare entwickelte Anlage vor, in deren regelbaren Überlauf Löcher gebohrt werden, die durch automatisch betätigte Stöpfen, welche unmittelbar neben den handbetätigten eingebaut sind, verschlossen werden.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 11, 1983

C.Z. 551.736.3 : 551 762.1

Pop, Gh. *Rb/Sr geochronologische Datierung der Pricopan und Greci Granitoiden und Analyse der Strukturverhältnisse dieser Gebirge*

Festgestellt wird dass das Pricopan und Greci Granitoiden bildende Magma eine unterkrustalle Herkunft aufweist und dass es zwei Hauptmomente des magmatischen Auftretens gaben : eines in dem späten Hercynischen, die saalische und pfaltzische Stufen (oberen Perm) und in der alten chymerischen Stufe (unteren Jura).

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr 11, 1983

C.Z. 622.243.7 : 622.245.4

Iordache, G. *Das Druck-Volumen Diagramm in der Zementierung der Rohrfahrten mit Hilfe der Spezialbüchsen*

Vorgestellt wird eine originalle Methode für die Erarbeitung der Förderdruckschwankungskurve, im Verhältnis zu

den in den verschiedenen Stufen des Zementiervorganges geförderten Volumen, unter Verwendung von Spezialbüchsen.

Mine, Petrol şi Gaze vol. 34, nr. 11, 1983

C.Z. 622.241

S t a n, D. A l., M i n e s c u, I. *Erhöhte Permeabilitäten um die Bohrlöcher*

Gerechnet wird die Permeabilität der Lücken und Risse mit variabler Öffnung welche um den Bohrloch, zwecks der Erhöhung der durchschnittlichen Permeabilität der produktiven Schicht, durchgeführt werden. Es ist möglich dass diese Lücken und Risse mit variablen Öffnungen öftestens in der Nachbarkeit des Bohrloches durchgeführt werden sollen.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 11, 1983

C.Z. 622.24.053 : 621.67

P e t r e, N. *Dimensionierung des Pumpengestängezuges (I)*

In der Arbeit wird die Synthesis einiger Angaben betreffend die Dimensionierung der Pumpengestängen unter schwankenden Beanspruchungen, vorgestellt. Diese Angaben werden auf numerischen Rechnern, unter der Form von Tabellen, ermittelt und auf graphischem Wege die Wahl der Pumpeneinheiten und Auswertung der geförderten Durchflussmenge werden auf dieser Grundlage erreicht. Die Relationen der analytischen Rechnung zur Dimensionierung der Gestänge wurden vereinfacht zwecks schnelles Aufbaues des Gestängezuges und zu demselben Zweck wurden Nomogramme erarbeitet.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 11, 1983

C.Z. 553.98 : 551.76

B a l t e ş, N. *Gesteine in der Bîrlad Vertiefung (Conteşti Bereich) als Kohlenwasserstoffquelle*

Der Verfasser stellt den verdichteten Gasfeld von mesozoischen Ablagerungen (dogger) von Conteşti, auf der westlichen Seite der Bîrlad Vertiefungvor. Diese Ansammlung von verdichtetem Gas in einem Komplex von kieselsäurehaltigen, quartzitischen und kalkhaltigen Sandsteinen des bajocianen Alters eingelagert ist. Bohrungen in dem ostlichen Flügel der Struktur haben Kohlenwasserstoffzeichen aufgeweist.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 11, 1983

Rezensionen

REÎNNOIŢI-VĂ

abonamentul pe anul 1984 la revista MINE, PETROL şi GAZE

Contravaloarea unui abonament pe an (156 lei) se poate trimite în contul 30.12.08.001 al Centralei sării şi nemetaliferelor Bucureşti, Calea Victoriei 220, B.N. R.S.R., filiala sector I, cu menţiunea:

„Abonament la revista MINE, PETROL şi GAZE pe 1984"

Revista MINE PEROL şi GAZE este editată de Oficiul de informare documentară pentru industria minieră, Bucureşti, Calea Victoriei 220, sector I, cod. 71104, C.P. 22—146, telefon 59.29.75.
Tiparul: Intreprinderea poligrafică „Informaţia" str. Brezoianu nr. 23—25, Bucureşti c, 1680
Preţul: 13 lei/exemplar
Corector: Cornelia Popa; grafica: A. Socaciu

c. 1680

43 103

Utilizarea calculatoarelor electronice în alegerea utilajelor şi optimizarea parametrilor tehnologici la executarea lucrărilor miniere

Prof. dr. ing. **N. LETU**
şef lucr. ing. **C. SEMEN**
INSTITUTUL DE MINE PETROŞANI

ing. **FL. BUSE**
CENTRUL DE CALCUL AL COMBINATULUI MINIER VALEA JIULUI

ing. **C. ARSIN**
DIRECTORUL I.P.E.G. — HUNEDOARA

I. Rezultatul cercetărilor experimentale

Programul privind valorificarea superioară şi dezvoltarea bazei de materii prime minerale, aprobat în şedinţa Comitetului Politic Executiv al C.C. al P.C.R. din 20 noiembrie 1982, cuprinde un ansamblu de măsuri menite să contribuie la valorificarea completă şi creşterea fondului naţional de substanţe minerale utile, în scopul acoperirii în cea mai mare parte a necesarului de materii prime minerale din resurse interne şi asigurării în următorii ani a independenţei energetice a României.

În cadrul unităţilor Intreprinderii de prospecţiuni şi explorări geologice Hunedoara, concomitent cu folosirea noilor metode de prospectare şi explorare a perimetrelor mineralizate, o pondere ridicată o au lucrările miniere de cercetare geologică, în scopul conturării zăcămintelor identificate şi cunoaşterii detaliate a gradului lor de exploatabilitate. Cu astfel de lucrări au fost explorate şi detaliate zăcămintele Roşia-Poieni, Bucium-Tarniţa, Coranda, Hondol-Băianga, Bucureşci-Rovina şi Tarniţa-Bolcana.

Pînă la sfîrşitul actualului cincinal se prevede că vor fi explorate noi perimetre mineralizate, iar în acest scop planul de producţie al întreprinderii are ca obiectiv principal executarea unui volum de 160 000 m de lucrări miniere de cercetare geologică.

Întrucît cea mai mare pondere din lucrările miniere programate urmează să străbată roci cu tărie ridicată de tipul andezitelor şi gresiilor cuarţoase compacte, se apreciază că pentru executarea lor se va folosi în continuare, ca metodă de bază, tehnologia prin perforare-împuşcare.

Studiile efectuate în anii 1981 şi 1982 au arătat însă că faţă de volumul mare de lucrări miniere geologice ritmul lor de execuţie, cu tehnologia menţionată, este nesatisfăcător, ceea ce conduce la prelungirea timpului de conturare a rezervelor şi predarea lor pentru valorificare. Astfel, în zonele cu mineralizaţie de tip impregnaţie şi diseminare, observaţiile efectuate într-un interval de peste cinci luni au scos în evidenţă că vitezele medii de înaintare nu depăşesc 0,6 m pe schimb.

Această stare de lucruri se datoreşte mai multor cauze din care menţionăm :

- folosirea unor utilaje de productivitate scăzută la executarea principalelor operaţii (perforarea găurilor, încărcarea rocii şi evacuarea ei pînă la locul de haldare);
- nivel scăzut de mecanizare a operaţiilor auxiliare;
- dispersarea şantierelor la distanţe mari unul de altul şi lipsa unui personal suficient de calificat;
- întîrzieri în asimilarea unor instalaţii şi utilaje moderne adecvate lucrărilor miniere geologice care să conducă la mecanizarea integrală a proceselor de muncă şi scurtarea timpilor de execuţie a operaţiilor de bază şi auxiliare.

Pentru eliminarea deficienţelor enumerate, începînd din anul 1981 a fost organizată experimentarea unor procedee tehnice şi tehnologice care să conducă, în final, la intensificarea ritmului de avansare a lucrărilor miniere şi, prin aceasta, la reducerea timpilor de dare în exploatare a zăcămintelor în condiţii de eficienţă maximă.

În prima etapă s-a analizat interdependenţa care există între secţiunea lucrărilor de cercetare geologică, parametrii de perforare-împuşcare, tipul utilajelor de perforare şi de încărcare a rocii şi saltul frontului de lucru pe schimb.

În condiţiile actualelor profile de 4,8 m², care reprezintă 80% din totalul lucrărilor miniere, alegerea corectă a parametrilor de perforare-împuşcare constituie una din problemele dificile dar esenţiale, în scopul îmbunătăţirii indicatorilor economici ai şantierelor geologice.

Observaţiile efectuate în perioada experimentărilor au arătat că în domeniul parametrilor de perforare-împuşcare se produc cele mai multe abateri de la normele şi valorile stabilite iniţial, eliminarea cărora poate asigura un efect ridicat de dislocare a rocilor din masiv şi creşterea vitezelor de execuţie pe fiecare schimb.

A reieşit, de asemenea, că la toate fronturile de lucru s-au generalizat sîmburii convergenţi, plecînd de la considerentul adaptabilităţii lor la profilele de valoare redusă şi de la ideea că energia încărcăturilor explozive este dirijată înspre suprafaţa liberă a frontului de lucru datorită înclinării cu care sînt perforate găurile din zona centrală a frontului şi, în consecinţă, un efect mai ridicat de dislocare a rocilor. În cadrul acestor scheme de împuşcare lungimea găurilor — parametrul cu cel mai înalt grad de importanţă în tehnica de executare a lucrărilor

subterane — nu a depășit 0,8—1 m, influențînd nefavorabil avansarea fronturilor de lucru.

Față de cele arătate, în cursul anului 1982 s-au experimentat noi scheme de împușcare, care să asigure un salt de 1,2—1,5 m pe schimb, în condițiile menținerii profilelor la valori de 4,8 m². În acest scop au fost luați în studiu șimburii cilindrici și cei convergenți, cu diferite valori ale lungimii găurilor de mină, diferite cantități de exploziv și capse de inițiere (tab.1).

În urma încercărilor efectuate s-au desprins următoarele observații:

— salturi ale frontului de lucru la valori de 1,2—1,5 m au putut fi realizate, atît cu șimburii convergenți, cît și cu cei cilindrici, folosind același număr de găuri și utilaj de perforare;

— șimburii convergenți sînt ușor de realizat în condițiile actuale de dotare și de calificare a personalului, dar nu permit salturi mai mari de 1,5 m din cauza profilului redus al lucrării;

— capsele de inițiere cu întîrziere normală tip CEP au asigurat același efect de rupere a rocilor din masiv ca și capsele milisecundă DeMZb—23.

Referitor la utilajele luate în studiu și timpii pentru realizarea principalelor operații tehnologice, se menționează următoarele:

a. În cazul folosirii unui singur perforator P—90, încărcarea manuală a rocii și presiunea aerului în rețea de 5 bari:

— timpul efectiv de perforare a unui metru de gaură de mină este cuprins între 3,42 și 3,47 min; dacă se ține seama de întreruperile care au loc, atunci timpul total de perforare ajunge la valori de 5,8—6,09 min;

— timpul pentru perforarea frontului de lucru cu 19 găuri, avînd lungimea medie de 1,13 m, a fost cuprins între 1,55 și 2,51 ore. Din timpul total de perforare al frontului, 58—59% revine perforării efective, 22—24% întreruperilor tehnologice normate și 17—21% întreruperilor nenormate;

— în condițiile schimbului de 8 ore, ponderea de timp care revine perforării frontului de lucru reprezintă 22—26%;

— productivitatea perforatorului P—90 în rocile andezitice cu un grad neuniform de alterare a înregistrat valori de 9,85—10,34 m/h;

— ponderea cea mai mare din timpul unui schimb revine încărcării rocii; astfel, un volum de 5,28 m³ de rocă s-a încărcat și evacuat din front în 4,72 ore, ceea ce reprezintă 59% din timpul schimbului.

Tabelul 1

Rezultatele experimentărilor obținute în cadrul unității I.P.E.G. Bucureşci—Rovina

Parametrii		Tipul șimburelui experimentat							
		cilindric nr. 1		cilindric nr. 2		cilindric nr. 3		pană verticală	
		lungimi salt							
		1,25 m	1,50 m	1,25 m	1,50 m	1,25 m	1,50 m	1,25 m	1,50 m
Consum specific exploziv, q_1,	kg/m³	9,22	8,75	7,21	7,27	8,03	7,87	8,92	8,40
Consum specific exploziv, q_2,	kg/m³	1,92	1,82	1,50	1,52	1,70	1,64	1,85	1,75
Număr total găuri, N_g,	buc	19+2	19+2	19+1	19+1	18+3	18+3	21	21
Consum total exploziv, Q,	kg	10,7	12,6	8,8	10,7	8,2	10,0	10,0	12,1
Încărcătura găurii șimbure, q_s,	kg/g	0,700	0,800	0,600	0,700	0,600	0,700	0,600	0,700
Încărcătura găurii ajutătoare, q_a,	kg/g	0,600	0,700	0,500	0,600	0,500	0,600	0,500	0,600
Încărcătura găurii profilare, q_p,	kg/g	0,500	0,600	0,400	0,500	0,400	0,500	0,400	0,500
Salt realizat, L,	m	1,16	1,44	1,22	1,47	1,02	1,27	1,12	1,44
Coeficient rupere,	%	98	96	98	98	82	85	90	96
Durata experimentării, T_e,	schimb	15	15	15	15	15	15	15	15

Pentru încărcarea efectivă a rocii, au fost necesare:

- 1,98 ore (42%) pentru manevrarea vagonetelor pline cu cele goale pe o distanță de 80 m;
- 1,55 ore (33%) pentru transportul vagonetelor la haldă pe o distanță de 200 m, 0,86 ore (18%), iar pentru întreruperi nenormate, 0,32 ore (7%);
- operația de încărcare raportată la timpul schimbului reprezintă 25%, iar manevrarea vagonetelor și transportul lor la haldă 30%. Deci, în condițiile încărcării manuale, 55% din timpul schimbului este afectat pentru încărcarea rocii și evacuarea ei la halda de steril. Productivitatea realizată înregistrează valori de 3,2 m³/h.

b. În cazul folosirii perforatorului P—90 și încărcării mecanice cu mașina MIP—2:

— schemele de amplasare ale găurilor ca și valorile celorlalți parametrii de perforare-îm-

pușcare au rămas identici ca și în prima variantă tehnologică; distanța de manevrare a vagonetelor goale cu cele pline, 65 m, iar distanța de transport a rocii pînă la locul de haldare, 292 m;

— pentru aceeași cantitate de rocă dislocată, timpul total al operațiilor de încărcare-manevrare vagonete-transport la haldă a înregistrat 3,58 ore, din care timpul de încărcare efectivă 1,19 ore (33%), timpul de manevrare a vagonetelor 0,93 ore (26%), iar timpul de transport la haldă 1,01 ore (28%), întreruperi nenormate 0,47 ore (13%).

Încărcarea efectivă cu MIP—2 participă în cadrul schimbului cu o pondere de 14,8%, manevrarea și transportul vagonetelor, 24%, iar întreruperile nenormate, 5%.

Productivitatea realizată cu mașina de încărcat MIP—2 nu a depășit 4,4 m³/h, întrucît roca dislocată a fost aruncată la o distanță mare de front, cu implicații negative asupra capacității și continuității procesului de încărcare. De menționat că au intervenit, de asemenea, defecțiuni mecanice, variații în presiunea aerului comprimat etc. Totuși, timpul efectiv de încărcare este mai mic cu 30% față de varianta manuală și sînt rezerve pentru îmbunătățirea continuă a indicatorilor economici.

c. În cazul folosirii unei instalații mobile de perforare și încărcare mecanică a rocii.

Pentru experimentarea acestei variante tehnologice s-a folosit un sîmbure cilindric cu 23 de găuri și lungimea de 1,6 m.

Instalația echipată cu două perforatoare P—90 a realizat un timp total de perforare a frontului de 129 min,din care perforare efectivă 77 min (59,7%), operații auxiliare 30 min (23,30%), staționări 22 min (17%). Pentru lungimea găurii de mină de 1,6 m a fost necesar un timp de perforare de 4—4,5 min, ceea ce echivalează cu 2,5—2,81 min/m.

Timpul de încărcare și evacuare a rocii cu MIP—2 a crescut corespunzător creșterii cantității de rocă, dar structura pe tipuri de operații (încărcare, manevre vagonete, evacuare) ca și productivitatea la încărcare au rămas aceleași ca și în varianta **b**.

d. În cazul folosirii instalației mobile de perforare echipată cu perforatoare de mare productivitate, mașina de încărcat MIC-2P și vagonete-siloz de 4,5 m³.

Experimentările efectuate în gresii cuarțo-feldspatice [1] au arătat că viteza de perforare cu instalația menționată înregistrează 1,1 min/m, ceea ce contribuie la reducerea timpului afectat acestei operații cu 30—57 %, față de varianta folosirii perforatorului P-90 montat pe coloană telescopică. A reieșit, de asemenea, că pentru profilele lucrărilor miniere de 4,8m² mult mai adecvate sînt instalațiile de perforare cu un braț de tipul IMP-1, care se experimentează la una din unitățile I.P.E.G.—Hunedoara.

Referindu-ne la încărcarea și transportul rocii cu ajutorul mașinii de încărcat MIC-2P și două vagonete-siloz de 4,5 m³, se poate aprecia că în această variantă tehnologică se exclud operațiile de manevrare a vagonetelor care, în actualele tehnologii, necesită un timp de 90—96 min, rezultînd o economie la consumul de muncă de aproximativ 3 om·h/ciclu.

Cercetările recente [2] asupra eficienței vagonetelor-siloz au arătat că, prin utilizarea lor, costul de încărcare-evacuare se reduce, obținîndu-se economii și amortizarea cheltuielilor de execuție pe seama economiilor, după realizarea unui volum de 2 200 m lucrări miniere.

II. Elaborarea algoritmului pentru calculul vitezei maxime de săpare a lucrărilor

Inițial modelul algoritmului publicat în literatura de specialitate [3] a fost elaborat pentru lucrările miniere cu profile mari de tipul tunelurilor rutiere. Adaptarea acestuia la lucrările miniere cu profile de dimensiuni reduse a impus determinarea timpului ciclului T_c, timpii pentru operațiile de bază: perforarea găurilor T_p și încărcarea rocii T_i; timpii auxiliari T_a; lungimea găurii de mină l_g, avansarea frontului de lucru pe ciclu l_c și pe zi V_z.

Pe baza experienței acumulate în executarea lucrărilor miniere, durata unui ciclu T_c poate fi acceptată cu valori cuprinse între 4 și 8 ore. Referitor la interdependența dintre durata ciclului și durata unui schimb de 8 ore T_s, aceasta se poate exprima cu relația:

$$T_c = T_s n_s, \text{ h}, \tag{1}$$

în care n_s este numărul de schimburi în cadrul unui ciclu; pentru lucrările miniere $n_s = 0{,}5$; 0,75; 1.

De asemenea, între durata ciclului T_c și operațiile tehnologice de bază, există corelația:

$$T_c = T_p + T_i + T_a, \text{ h}, \tag{2}$$

în care:

T_p reprezintă timpul pentru perforarea găurilor de mină;
T_i — timpul pentru încărcarea rocii;
T_a — timpii auxiliari.

$$T_p = \frac{N l_g}{l_1 \cdot \beta_1 \cdot m_1 \cdot V_p}, \text{ h}, \tag{3}$$

$$T_i = \frac{\eta l_g \cdot K_p \cdot S \cdot \sin\alpha}{R_i}, \text{ h}, \tag{4}$$

$$T_a = T_1 + T_2, \text{ h}. \tag{5}$$

Lungimea găurii de mină, l_g :

$$l_g = \frac{T_c - T_a}{\frac{N}{l_1 \beta_1 m_1 V_p} + \frac{\eta K_p S \sin\alpha}{R_i}}, \text{ m.} \quad (6)$$

În expresiile de mai sus :

T_1 reprezintă timpul pentru operațiile de pregătire-încheiere la perforarea găurilor de mină, încărcarea și împușcarea lor ;

T_2 — timpul pentru aerisirea frontului, încărcarea manuală a rocii din extremitățile profilului, împingerea mașinii de încărcat în front și retragerea ei după încheierea operației de încărcare etc ;

N — numărul de găuri în front ;

l_g — lungimea medie de gaură ;

β_1 — coeficient de utilizare a perforatorului sau a instalației de perforat ;

l_1 — coeficient de simultaneitate în folosirea utilajelor de perforat ;

m_1 — numărul de perforatoare care lucrează simultan în front ;

V_p — viteza de perforare ;

η — coeficient de rupere a găurilor ;

K_p — coeficient de conturare a profilului lucrării miniere egal cu 1,2—1,3 ;

S — secțiunea lucrării miniere, ;

α — unghiul de înclinare al găurilor față de front (75—85°).

După determinarea lungimii găurii de mină se recomandă verificarea timpului de perforare ca și de încărcare a rocii cu expresiile (3) și (4).

În cazul cînd devine necesară susținerea frontului de lucru, se recomandă executarea simultană a susținerii cu perforarea găurilor de mină. Cunoscînd pe l_g și T_c metodologia prevede determinarea în continuare a următorilor parametri.

Adîncimea găurilor de mină :

$$l_1 = l_g \sin\alpha, \text{ m.} \quad (7)$$

Avansarea frontului pe ciclu :

$$l_c = l_1 \eta, \text{ m.} \quad (8)$$

Viteza de săpare pe zi :

$$V_z = \frac{24\, l_c}{T_c}, \text{ m/zi.} \quad (9)$$

În situația unor viteze nesatisfăcătoare, este necesară recalcularea ciclului și înlocuirea utilajelor existente cu altele de productivitate mai ridicată sau creșterea numărului celor existente.

Alegerea caracteristicilor utilajelor de bază

Pentru alegerea caracteristicilor tehnice ale utilajelor de perforare și de încărcare a rocii se propune determinarea criteriului δ cu expresia :

$$\delta = \frac{S}{N} \frac{V_p m_1}{R_i} \psi ; \quad (10)$$

$$\psi = \eta l_1 \beta_1 K_p \sin\alpha \quad (11)$$

ψ este un coeficient cu valoarea de 0,45—0,65.

Formula (10) cuprinde trei parametri necunoscuți V_p, m_1 și R_i. Pentru rezolvarea sistemului se determină doi dintre ei, iar al treilea se alege. De exemplu, se poate determina viteza de perforare V_p și productivitatea la încărcare R_i în funcție de utilajele existente, după care se alege numărul perforatoarelor m_1. În acest mod se asigură cea mai judicioasă repartizare a oamenilor pe timpul unui schimb și realizarea ritmică a proceselor de producție.

Algoritm pentru stabilirea vitezei maxime de săpare

Plecînd de la productivitatea de exploatare a perforării R_p :

$$R_p = l_1 \beta_1 m_1 V_p, \text{ m/h} \quad (12)$$

și numărul mediu al găurilor de mină, pentru profile mici :

$$N = 8\sqrt{S},$$

expresia (9) se poate reda sub forma :

$$V_z = \frac{a_1 l_g}{\frac{l_g}{R_p} 8\sqrt{S} + \frac{l_g}{R_i} \frac{a_1 S K_p}{24} + (T_1 + T_2)}, \text{ m/zi} \quad (13)$$

sau :

$$V_z = \frac{a_1 l_g}{(\alpha^\circ + \beta^\circ) l_g + (T_1 + T_2)}, \text{ m/zi} \quad (14)$$

unde :

$$a_1 = 24\, \eta \sin\alpha \quad (15)$$

$$\alpha^\circ = \frac{1}{R_p} 8\sqrt{S} \quad (16)$$

$$\beta^\circ = \frac{1}{R_i} \frac{a_1 S K_p}{24} \quad (17)$$

$$K_p = 1 + \frac{1}{1{,}4\sqrt{S}} \quad (18)$$

Primul membru al sumei de la numitorul expresiei (13) reprezintă timpul perforării în ciclu

T_p, al doilea încărcarea T_i, iar al treilea timpul lucrărilor ajutătoare T_a.

În expresia (13) variabile sînt R_p; R_i; l_g; T_1 și T_2.

Din raţiuni tehnologice aceste variabile pot lua diferite valori în anumite limite date de inegalităţile :

$$\begin{aligned} &\alpha^\circ \text{ min.} \leqslant \alpha^\circ \leqslant \alpha^\circ \text{ max.} \\ &\beta^\circ \text{ min.} \leqslant \beta^\circ \leqslant \beta^\circ \text{ max.} \\ &1 \text{ min.} \leqslant 1 \leqslant 1 \text{ max.} \\ &T_1 \text{ min.} \leqslant T_1 \leqslant T_1 \text{ max.} \\ &T_2 \text{ min.} \leqslant T_2 \leqslant T_2 \text{ max.} \end{aligned} \tag{19}$$

Pe lîngă restricţiile din relaţiile (19), mai sînt încă două suplimentare, legate de multiplul timpului $(T_1 + T_p)$ și $(T_2 + T_i)$ și duratei schimbului T_s, care se pot reda sub forma :

$$T_1 + T_p = K_1 T_s n_s \tag{20}$$

$$T_2 + T_i = K_2 T_s n_s \tag{21}$$

$$K_1 + K_2 \leqslant 1. \tag{22}$$

În acest caz :

$$\begin{aligned} T_p &= \alpha^\circ l_g \\ T_i &= \beta^\circ l_g \end{aligned} \tag{23}$$

Din expresiile (20) și (21) rezultă că durata ciclului :

$$T_c = T_s n_s ,$$

unde:

n_s reprezintă numărul de schimburi din ciclul de săpare care, aşa cum s-a arătat, pentru lucrările miniere de cercetare geologică, are valoarea de 0,5 ; 0,75 și 1. De asemenea, în expresiile (20) și (21) K_1 reprezintă ponderea operaţiilor de perforare în ciclul de săpare, iar K_2 — ponderea operaţiilor de încărcare-evacuare a rocii.

Aplicarea practică a algoritmului prezentat impune cunoaşterea unor parametri cu valori constante (S, a_1, T_s) și numărul maxim de schimburi pe ciclu ($M \leqslant 1$) în funcţie de care să se determine parametrii variabili R_p, R_i, l_g, T_1, T_2, K_1 și K_2, astfel că prin îndeplinirea condiţiilor (19), (20), (21) expresia (13) să înregistreze valoarea maximă ($V_z = V_{max}$).

În vederea determinării parametrilor l_g; R_p; R_i; T_p; T_i și V_{max}, pe baza algoritmului de calcul prezentat, s- a întocmit schema logică și programul de calculator. Limbajul de programare utilizat este FORTRAN.

Cu ajutorul schemei logice prezentată în figura 1 și a parametrilor din tabelul 2, rulate pe calculatorul INDEPENDENT 100, s-au determinat cicluri optime de lucru care să asigure viteze maxime în condiţiile schimburilor de 8 ore.

Parametrii acestor cicluri sînt redaţi în tabelele 3 ; 4 și 5. În baza productivităţii perforării R_p și încărcării R_i, conform datelor din tabelele 3 ; 4 și 5, se poate alege dotarea tehnică adecvată pentru condiţiile geo-miniere concrete și se poate determina viteza maximă de înaintare în funcţie de gradul de dotare a frontului de lucru.

Programul utilizează următoarele date de intrare (tab. 2) : $T_{1\,min}$; $T_{1\,max}$; $T_{2\,min}$; $T_{2\,max}$; $R_{p\,min}$; $R_{p\,max}$; $R_{i\,min}$; $R_{i\,max}$ și caracteristicile pentru următoarele tipuri de tehnologii :

I — perforare cu P-90, încărcare și evacuare manuală ;

II — perforare cu P-90, încărcare cu MIP-2 și evacuare manuală ;

III — perforare cu instalaţie mobilă de perforat, încărcare mecanizată cu MIP-2 și evacuare cu locomotiva ;

IV — perforare cu instalaţie mobilă de perforat echipată cu perforatoare de mare productivitate, încărcare cu maşina de încărcat MIC-2 și evacuare cu vagonet siloz de 4,5 m^3.

Pe baza datelor de intrare se calculează α°_{min} ; α°_{max} ; β°_{min} ; β°_{max} ; K_1 ; K_2 precum și parametrii l_g; R_p; R_i; T_p; T_i, și V_{max} pentru valori ale lui $n_s = 0{,}5$; 0,75 și 1.

În raport de lungimea maximă de gaură stabilită prin program se calculează α° ; β° ; V_{max}; T_i ; T_p; R_i și R_p.

Programul cuprinde cicluri de tipul DØ unul pentru varianta tehnologică, iar celălalt pentru durata ciclului de săpare faţă de durata schimbului.

Rezultatele programului se tipăresc pe imprimantă pentru fiecare caz și variantă analizată.

În urma listării rezultatelor și recodificării notaţiilor se transcriu tabelele 3 ; 4 și 5.

Analizînd rezultatele prezentate în tabele, reies următoarele.

1. Viteza de avansare este dependentă de lungimea de gaură și durata ciclului. Impunînd condiţii în ceea ce priveşte durata ciclului (4 ; 6 sau 8 ore) a reieşit că lungimea de gaură variază în limite foarte largi (0,5—3,1 m), în schimb vitezele de avansare nu au asemenea variaţii. Astfel, în cazul ciclului de 4 ore, cu lungimi mici de gaură (0,5—1,15 m), se obţin viteze mai mici decît în cazul ciclului de 6 ore cu utilizarea unor lungimi de gaură între 0,9 și 2,1 m.

2. Viteza de săpare este influenţată hotărîtor de tehnologia utilizată.

— În cazul primei tehnologii, cu folosirea perforatorului P-90 și încărcare manuală, indiferent de durata ciclului și de lungimea de gaură, viteza medie lunară nu depăşeşte 66 m/lună.

— Înlocuind încărcarea manuală cu încărcarea mecanizată (MIP-2) se asigură reducerea

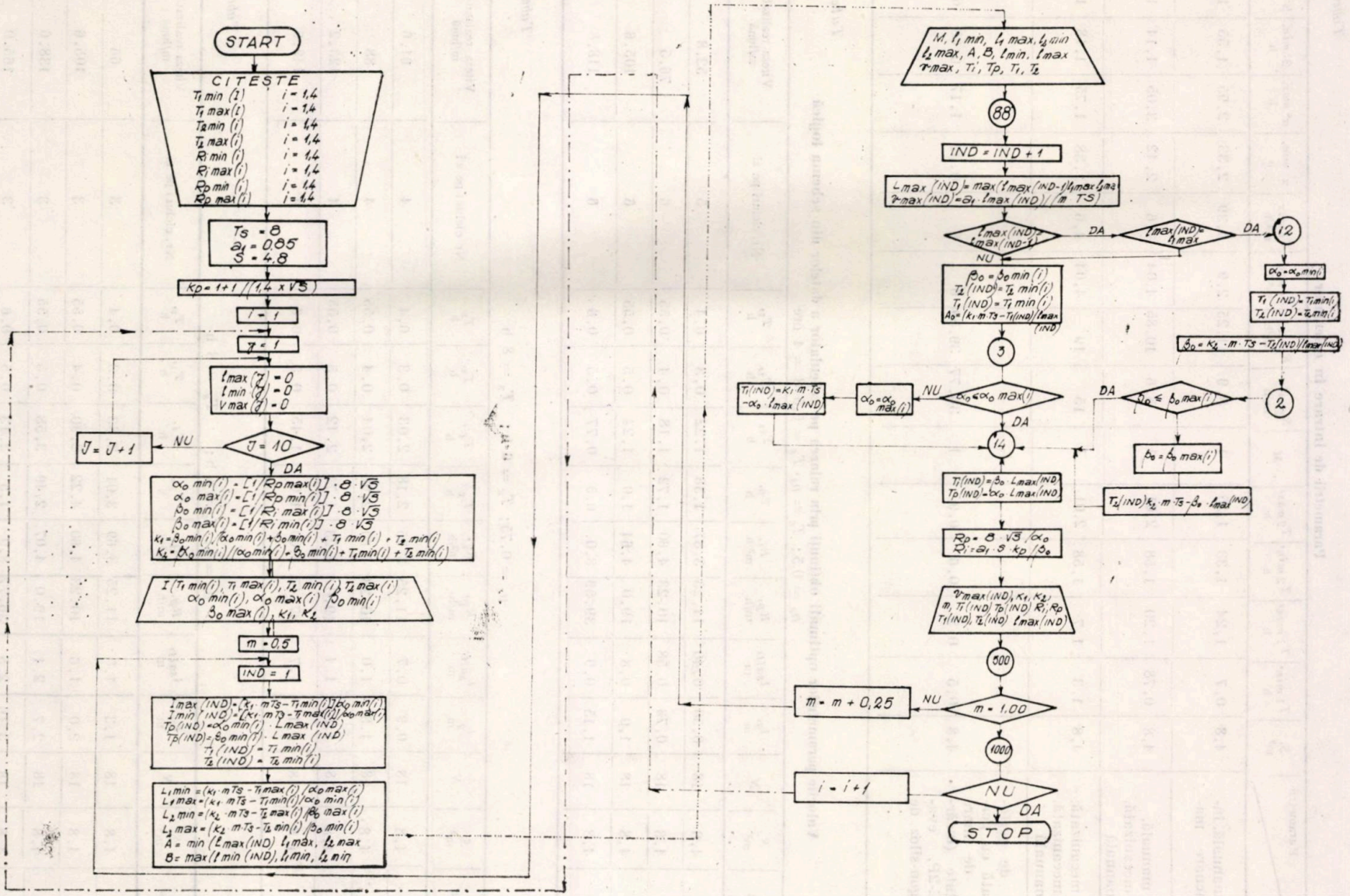


Fig. 1. Schema logică pentru alegerea tehnologiei şi optimizarea parametrilor tehnologici la executarea lucrărilor miniere subterane.

Tabelul 2

Parametrii de intrare în calculator

Parametrii / Tehnologia	S, m²	$T_{1\,min}$, h	$T_{1\,max}$, h	$T_{2\,min}$, h	$T_{2\,max}$, h	M	$R_{p\,min}$, m/h	$R_{p\,max}$, m/h	$R_{i\,min}$, m³/h	$R_{i\,max}$, m³/h	$\alpha°\,min$, h	$\alpha°\,max$, h	$\beta°\,min$, h	$\beta°\,max$, h
Perforare manuală, încărcare-evacuare manuală	4,8	0,7	1,24	1,33	1,55	1	8,9	11,25	2,9	3,39	2,33	2,95	1,55	1,82
Perforare manuală, încărcare mecanizată, evacuare manuală	4,8	0,78	1,20	1,58	2,01	1	8,6	10,85	4,04	4,6	2,42	3,05	1,14	1,30
Perforare mecanizată, încărcare mecanizată, evacuare manuală	4,8	1,3	1,7	1,58	2,01	1	15	19	4,04	4,6	1,38	1,75	1,18	1,33
Instalație de perforare echipată cu perforatoare de mare productivitate (încărcare MIC-2P, evacuare vagon-siloz de 4,5 m³)	4,8	0,5	0,9	0,6	0,9	1	36,77	39,59	6	8	0,92	1,17	0,68	0,90

Tabelul 3

Valorile parametrilor optimali obținuți prin rularea pe calculator a datelor din schema logică

$n_s = 0{,}5$; $T_c = n_s \cdot T_s = 0{,}5 \cdot 8 = 4$ ore

Tehnologia	S, m²	N	l_g, m	l_{salt}, m	R_p, m/h	R_i, m³/h	T_p, h	T_i, h	T_1, h	T_2, h	Nr. cicluri pe zi	Viteza realizată, m/lună
I	4,8	18	0,50	0,40	11,25	3,87	1,36	1,22	0,3	0,4	5	52,8
II	4,8	18	0,73	0,58	10,23	4,60	1,72	1,18	0,4	0,55	6	76,5
III	4,8	18	1,0	0,8	19,0	4,64	1,0	1,24	0,5	0,55	6	105,6
IV	4,8	18	1,15	0,9	39,59	8,0	0,5	0,77	0,5	0,6	6	118,8

Tabelul 4

$n_s = 0{,}75$; $T_c = 6$ h; $T_s = 8$ h

Tehnologia	S, m²	N	l_g, m	l_{salt}, m	R_p, m/h	R_i, m³/h	T_p, h	T_i, h	T_1, h	T_2, h	Nr cicluri pe zi	Viteza realizată, m/lună
I	4,8	18	0,9	0,7	11,25	3,75	2,18	2,03	0,3	0,4	4	61,6
II	4,8	18	1,3	1,0	10,23	4,60	2,96	2,04	0,4	0,55	4	88
III	4,8	18	1,8	1,4	19,0	4,23	1,74	2,42	0,5	0,55	4	123,2
IV	4,8	18	2,1	1,7	37,47	8,00	1,0	1,45	0,5	0,6	4	149,6

Tabelul 5

$n_s = 1$; $T_c = 8$ h; $T_s = 8$ h

Tehnologia	S, m²	N	l_g, m	l_{salt}, m	R_p, m/h	R_i, m³/h	T_p, h	T_i, h	T_1, h	T_2, h	Nr. cicluri pe zi	Viteza realizată, m/lună
I	4,8	18	1,3	1,0	11,25	3,69	3,01	2,83	0,3	0,4	3	66
II	4,8	18	2,0	1,6	10,23	4,60	4,22	2,90	0,4	0,55	3	105,6
III	4,8	18	2,7	2,1	19,0	4,07	2,49	3,58	0,5	0,55	3	138,6
IV	4,8	18	3,16	2,5	36,77	8,0	1,5	2,13	0,5	0,6	3	165,0

ponderii operației de încărcare de la 50% din timpul ciclului la 33%, ceea ce are implicații directe asupra creșterii vitezei de săpare cu 37% (de la 66 la 105 m/lună).

— Utilizarea instalațiilor mobile de perforare permite folosirea șimburilor cilindrici și a găurilor de mină cu lungimi constante de 1,3—1,6 m, în condițiile profilelor de 4,8 m², determinînd creșterea vitezei de avansare a lucrărilor cu 40%, chiar și în situația menținerii mașinii de încărcat MIP-2.

— Cea mai eficientă dotare a lucrărilor o reprezintă asocierea instalației mobile de perforare echipată cu perforatoare de mare productivitate cu mașini de încărcat de tipul MIC-2P, vagonete-siloz de 4,5 m³. O astfel de dotare contribuie la reducerea ponderii operației de încărcare-evacuare de la 50% (cît era la încărcarea manuală) la 25% și creșterea vitezei de săpare de 2,5 ori (de la 66 la 165 m/lună).

3. Lungimea găurilor de mină este determinată de tipul utilajelor din dotarea frontului de lucru, avînd valori cuprinse între 0,5 și 1,3 m, în cazul perforării cu perforator P-90, și 1,15—3,1 m, în cazul perforării cu instalațiile de perforat.

4. Ținînd seama de ponderea operațiilor auxiliare, necuprinse în program (durata intrării-ieșirii de la locul de muncă, operații diverse, copturire, aeraj), operații care însumează aproximativ 2 ore și a diferențelor mici de viteze rezultate între cazurile $m = 0{,}75$ și $m = 1$, se adoptă varianta optimă $m = 0{,}75$, $T_c = 6$ ore, în condițiile schimbului $T_s = 8$ ore.

5. Prin echiparea lucrărilor miniere de cercetare geologică ca și a lucrărilor de deschidere din industria minieră cu instalații mobile de perforare, mașini de încărcat și vagonet-siloz, se creează un complex mecanizat de săpare care poate asigura creșterea vitezei de săpare în condițiile unei eficiențe economice maxime.

Bibliografie

[1] Bolunduț I. *Contribuții asupra îmbunătățirii construcției instalațiilor mobile de perforat pentru săparea lucrărilor miniere subterane.* Teză de doctorat, 1982.

[2] Miklos, I. *Contribuții asupra îmbunătățirii construcției vagonului-siloz pentru săparea galeriilor.* Teză de doctorat, 1983.

[3] Mostkov, V. M. *Construcția lucrărilor subterane de profile mari.* Ed. Nedra, Moscova, 1972.

Unele căi pentru creșterea recuperării aurului și argintului la flotația minereurilor complexe sărace în metale prețioase

Ing. **A. Brâneuș**, ing. **L. Gabrian**, chim. **C. Buciu**
Centrala minereurilor Baia Mare

I. Introducere

În cadrul încercărilor industriale pentru creșterea recuperării metalelor prețioase din minereurile polimetalice de Cu, Pb, Zn, S, prin procedee de flotație, un rol important s-a dovedit că îl au următorii factori:

— realizarea măcinării minereului în mediu alcalin $pH = 8$ — obținut prin adaos de sodă calcinată — în circuit și menținerea acelorași condiții tehnologice în faza de flotație primară;

— dozarea concomitentă a cianurii de sodiu și a carbonatului bazic de zinc în cele trei trepte de curățire a concentratului de galenă-calcopirită.

Aceste experimentări, conduse timp de un an (1980) pentru prepararea minereului polimetalic Baia Sprie, au determinat creșterea extracției de aur cu 80 %, iar a celei de argint cu 15 %. Modul diferit în care se comportă la flotație aurul și argintul, pe baza concluziilor experimentărilor de la Uzina de preparare Baia Sprie, a impus necesitatea abordării unei investigații pe ansamblul procesului de preparare.

Concluziile preliminare care au rezultat după analiza repartiției metalelor prețioase pe produsele preparării și din bilanțul instalației au scos în evidență faptul că:

- deși extracțiile în metale prețioase și, în special, în aur au crescut prin reducerea pierderilor în sterilul final, totuși, în urma analizelor microscopice efectuate, tocmai în acest produs s-a determinat încă aur și argint în stare liberă;
- variația largă a conținutului de ioni Cu^+ și Cu^{2+} în tulbureala de flotație, proveniți, atît din minereul prelucrat, alterat parțial în zona de oxidare a zăcămîntului, cît și din apa de alimentare a uzinei (de la o mină din vecinătate), reclamă dozarea unui exces de CN^- pentru depresarea blendei din concentratul plumbo-cupros. Creșterea concentrației de CN^- în tulbureală implică însă și pierderi incontrolabile de Au și Ag, prin procese locale de cianurare, cu trecerea metalelor prețioase sub formă de leșie alcalină în sterilul flotației. Reacția care exprimă acest proces este îndeobște cunoscută:

$$CNNa + H_2O \rightarrow CN^- + Na^+ + OH^- + {}_2H^+$$

$$4\,Au{\cdot}Ag + 8\,CN^- + 2\,H_2O \rightarrow$$

$$\rightarrow 4\,Au{\cdot}Ag(CN)_2 + 4\,OH^-$$

și stimulată de creșterea temperaturii și gradului de aerație al tulburelii, fapt ce conduce la reducerea recuperării aurului și argintului din concentratul plumbo-cupros;

● recuperarea prin flotație a compușilor de argint și anume: argentitul Ag_2S, hessitul Ag_2Te, naumanitul Ag_2Se, petzitul $Au\,Ag_3\,Te_2$, polibazitul Ag_3SbS_6, proustitul Ag_3AsS_3, pirargiritul Ag_3SbS_3, stephanitul Ag_5SbS_4 prezenți, în marea lor majoritate, în zăcămintele de geneză epitermală din care face parte și Baia Sprie, reclamă folosirea carbonatului de sodiu (Na_2CO_3) și a unui xantat cu lanț hidrocarbonat lung (4—5 atomi de carbon), în prezența hidroxidului de calciu $Ca(OH)_2$.

II. Cercetări industriale pentru creșterea recuperării în argint și aur din circuitul de flotație colectivă a blendei și piritei

Premisele acestei cercetări s-au fundamentat pe faptul că argintul, sub formă de compuși, prezent în minereul cercetat se supune, în general, criteriilor de flotație a sulfurilor de metale grele, reclamînd drept condiții specifice de lucru următoarele:

— creșterea timpului de flotație prin mărirea densității tulburelii;

— mărirea gradului de alcalinitate în circuitul de flotație al concentratului colectiv de $ZnS—FeS_2$ pînă la $pH=8$ prin adăugarea de carbonat de sodiu;

— diminuarea excesului de colector prin reducerea raportului între xantatul etilic și xantații superiori folosiți în proces.

Cercetarea industrială din perioada 1980—1983 a vizat faza de flotație colectivă $ZnS—FeS_2$ și separarea acestor componenți, constînd din creșterea greutății specifice a tulburelii de la 1 280 la 1 360 g/l și concomitent a timpului de flotație, realizarea unui mediu de lucru alcalin, pînă la $pH=8$, prin dozarea sodei calcinate la un consum de 360 g/t minereu prelucrat, reducerea consumului de cianură în circuitele de curățire (reflotație), acțiuni ce au condus la rezultatele din tabelul 1.

Tabelul 1

Perioada	Creșterea gradului de recuperare, %		Variația conținutului minereului în raport cu anul comparației, %	
	Aur în conc. zincos	Argint în conc. zincos	Au	Ag
1980	2,8	2,6	100	100
1981	16,6	2,6	103	91
1982	60,9	19,2	103	80,5
1983	70,0	42,3	103	80,5

Rezultatele obținute au dovedit, mai ales, posibilitatea creșterii gradului de recuperare a argintului prezent în sistem sub formă de compuși cu sulful, seleniul și telurul, îndeosebi argentitul și pirargiritul, prin aplicarea unui regim tehnologic adecvat, dar recomandabil pentru toate uzinele de preparare care prelucrează minereuri hidrotermale cu compoziție complexă, și care pot conține, pe lîngă mineralele enumerate: proustit, fülopit sau stephanit, dar care se comportă similar.

III. Interpretarea rezultatelor. Concluzii

Selectivitatea procesului de flotație a concentratului colectiv plumbo-cupros se realizează prin depresarea blendei și piritei folosind cianura de sodiu (CNNa). Efectul depresant este legat de acțiunea ionului CN^-, care este cu atît mai eficace cu cît concentrația ionilor de hidrogen (pH) este mai mare, în domeniul alcalin. Creșterea consumului de cianură pentru depresarea blendei, respectiv inhibarea ionilor de Cu^+ și Cu^{2+} cu formarea complexului slab disociabil:

$$Cu^+ + 2\ CN^- \rightarrow Cu\ (CN)_2^-,$$

determină anularea șansei de recuperare a metalelor prețioase concrescute cu blenda.

În cazul studiat, al unui minereu sărac în metale prețioase (Au 0,3 g/t și Ag 20 g/t), prin creșterea alcalinității tulburelii în faza de flotație a blendei și piritei pînă la $pH=8$, se realizează două obiective.

a. Creșterea gradului de recuperare a aurului și argintului din agregatele minerale de aur-blendă și argint-blendă, în care metalele prețioase sînt preponderente și flotația acestora în concentratul colectiv.

b. Asigurarea flotabilității aurului și argintului prezenți sub formă liberă în tulbureală, fenomen care este stimulat în cazul creșterii alcalinității mediului de flotație prin dozarea carbonatului de sodiu în proces.

Bibliografie

[1] Dobrescu, L. *Flotabilitatea substanțelor minerale utile.* Ed. Academiei R.S.R., 1978.

[2] Ilie, P. *Reactivi de flotație.* Ed. tehnică, 1982.

[3] Taggart, A. F. *Handbook of Mineral Dressing ores and industrial minerals.* John Wiley and Sons New York, 1947, pag. 12—111.

[4] * * * *Flotation Fundamentals and Mining Chemicals.* Dow Chemicals Co, 1970.

Instalaţie pneumatică pentru reglarea automată a nivelului de tulbureală la celulele de flotaţie

Ing. **L. Micu**, fiz. **T. Ludmann**,
ing. **I. Pop**, ing. **C. Păşcuţ**
I.C.P.M.N. Baia Mare

Generalităţi

În ultimii ani, celulele de flotaţie au trecut printr-un intens proces de modernizare, în vederea îmbunătăţirii caracteristicilor lor tehnico-economice.

În acest sens putem aminti faptul că a crescut capacitatea celulelor (5,7 şi 17 m^3) şi că a fost generalizată insuflarea de aer în celule, îmbunătăţindu-se astfel simţitor randamentul extracţiei şi reducîndu-se consumul specific de energie electrică.

Este cunoscut faptul că una din condiţiile pentru buna desfăşurare a procesului de flotaţie o constituie asigurarea unui nivel constant al tulburelii în celule. Acest lucru se realizează prin intermediul preaplinului reglabil, prevăzut cu deversor şi dopuri cu acţionare manuală, amplasate în partea inferioară a celulei.

Întrucît acest mod de menţinere constantă a nivelului de tulbureală în celulele de flotaţie prezintă o serie de dezavantaje, cum ar fi: antrenarea peste deversor a unei părţi din materialul deja flotat, incapacitatea preluării variaţiilor mai mari ale debitului de alimentare, în cadrul I.C.P.M.N. Baia Mare s-au realizat instalaţii de reglare automată a nivelului de tulbureală la celulele de flotaţie pneumomecanice.

O astfel de instalaţie presupune practicarea, în preaplinul reglabil, a unor orificii obturate de către dopuri acţionate automat şi amplasate în imediata apropiere a celor acţionate manual. Rolul deversorului în acest caz rămîne să fie doar cel de avarie a instalaţiei automate.

Instalaţia de reglare automată, brevet R.S.R. nr. 81156, este concepută în sistem pneumatic unificat 0,2...1 bar şi realizată în întregime cu aparatură de fabricaţie indigenă.

În figura 1 prezentăm schema-bloc a instalaţiei de reglare automată a nivelului de tulbureală care se compune din: tubul piezometric $1f_1$, traductorul de presiune diferenţială $1U_1$, blocul de reglare BR şi dispozitivul de acţionare cu poziţioner $1S_1 - 1U_3$.

Nivelul tulburelii din cuva celulei de flotaţie se măsoară cu ajutorul tubului piezometric $1f_1$, care se alimentează cu aer instrumental prin intermediul filtrului regulator V_3. Presiunea stabilită în tubul piezometric, proporţională cu nivelul de tulbureală, este adoptată în semnal pneumatic unificat 0,2...1 bar de către traductorul de presiune diferenţială $1U_1$ şi transmisă la borna „MĂSURA" a regulatorului pneumatic cu indicare locală $1U_2$.

Regulatorul compară mărimea măsurată (nivelul de tulbureală) cu mărimea prescrisă, fixată de operator prin acţionarea butonului „REFERINŢA" şi, la apariţia unei abateri de reglare, furnizează semnal de comandă dispozitivului de acţionare cu poziţioner în sensul anulării acestei abateri.

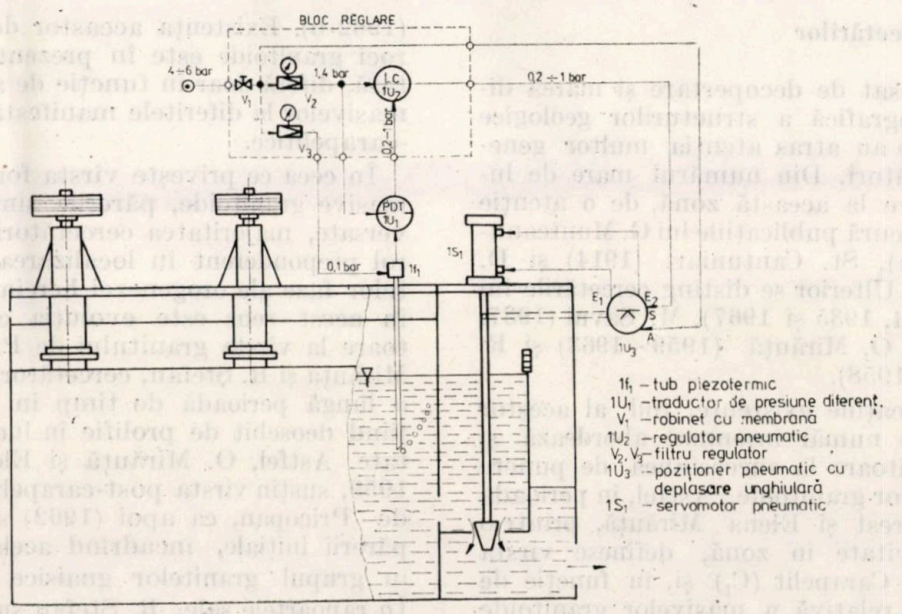


Fig. 1

Caracteristici tehnice principale

Presiunea de alimentare, aer instrumental 4...6 bar;

Consum aer, 3 500 Nl/h;

Abaterea față de valoarea staționară, ±1 cm;

Timpul de revenire la valoarea staționară, 1—2 s;

Temperatura mediului ambiant, —20°C — +50°C;

Cursă de reglare, 186 mm;

Masa, 85 kg.

Elementele componente ale instalației de reglare sînt montate pe un suport confecționat din cornier și întreg ansamblul amplasat deasupra cuvei preaplinului reglabil al celulei, astfel încît dispozitivul de acționare să fie coaxial și cuplat direct cu tija dopului de reglare.

În urma experimentării instalațiilor de reglare, s-a constatat că pentru o funcționare corespunzătoare a acestora este necesar ca înaintea punerii în funcțiune să se efectueze următoarele reglaje tehnologice.

1. Fixarea dopurilor cu acționare manuală într-o astfel de poziție încît, prin secțiunea orificiilor aferente acestora, să treacă circa 80% din debitul total de alimentare, restul urmînd a fi controlat prin instalația de reglare automată.

2. Reglarea pragurilor deversoare din preaplinul reglabil al celulei, astfel încît nivelul prescris să ajungă cel mult la partea superioară a pragurilor, permițînd astfel urmărirea fidelă a variațiilor de nivel prin intermediul tubului piezometric.

Se menționează că instalația de menținere constantă a nivelului permite controlul unor variații ale debitului de alimentare limitate constructiv, datorită secțiunii orificiilor aferente dopurilor de reglare.

Bibliografie

[1] * * * Brevet R.S.R. nr. 81 156.

[2] Andrei D., Georgescu I., Guran M. *Automatizări în industria minieră*. Ed. tehnică, București, 1977.

[3] Papadache, I. *Automatica aplicată*. Ed. tehnică, București, 1971.

Datarea geocronologică Rb/Sr a granitoidelor de Pricopan și Greci (Dobrogea de Nord) și analiza relațiilor structurale în care se găsesc aceste masive

Ing. **Gh. Pop**, ing. **R. Catilina**,
geol. **Al. Buzilă**, ing. **Gh. Popescu**,
geol. **D. Cioloboc**

I. Istoricul cercetărilor

Gradul avansat de decopertare și marea diversitate petrografică a structurilor geologice nord-dobrogene au atras atenția multor generații de cercetători. Din numărul mare de lucrări, referitoare la această zonă, de o atenție deosebită se bucură publicațiile lui G. Munteanu-Murgoci (1914), St. Cantuniari (1914) și D. Roman (1917). Ulterior se disting cercetările lui D. Giușcă (1934, 1935 și 1967), M. Savul (1937, 1956 și 1963), O. Mirăuță (1959—1963) și R. Ștefan (1954—1958).

Dintre publicațiile existente, rod al acestor investigații, un număr însemnat abordează și probleme referitoare la succesiunea de punere în loc a masivelor granitoide. Astfel, în perioada 1959—1966, Orest și Elena Mirăuță, printr-o susținută activitate în zonă, definesc vîrsta Formațiunii de Carapelit (C_1) și, în funcție de aceasta, vîrsta relativă a masivelor granitoide pe care le subdivid în ante și post-carapelitice (1962-b). Existența aceastor două generații de roci granitoide este în prezent unanim acceptată, diferă doar în funcție de autor, atribuirea masivelor la diferitele manifestări pre sau post-carapelitice.

În ceea ce privește vîrsta formării diferitelor masive granitoide, părerile sînt foarte controversate, majoritatea cercetătorilor atribuie însă rol preponderent în localizarea acestora diferitelor faze ale orogenezei hercinice. Concludentă în acest sens este evoluția concepției referitoare la vîrsta granitului de Pricopan a lui O. Mirăuță și R. Ștefan, cercetători care au activat o lungă perioadă de timp în zonă, efortul lor fiind deosebit de prolific în lucrări de specialitate. Astfel, O. Mirăuță și Elena Mirăuță, în 1959, susțin vîrsta post-carapelitică a granitului de Pricopan, ca apoi (1962) să revină asupra părerii inițiale, încadrînd același corp eruptiv în grupul granitelor gnaisice pre-carapelitice. În rapoartele sale, R. Ștefan susține vîrsta pre-carapelitică a granitului de Pricopan, consi-

derîndu-l post-devonian și antepermian (1954 și 1955); ulterior, în 1958 îi atribuie vîrstă devoniană, acest granit reprezentînd magmatismul sinorogen caledonian (?), apoi în 1959 acceptă intervalul devonian superior — carbonifer mediu ca posibil pentru punerea lui în loc, iar în final (1966 și 1969) consideră intruziunea granitelor de Pricopan tardeorogenică pusă în loc în faza asturică sau saalică a orogenezei hercinice.

Referitor la vîrsta absolută a granitoidelor de Pricopan și Greci, se pare că nici determinările geocronologice prin metoda K/Ar nu relevă, în toate cazurile, date de reală certitudine. De exemplu, pentru granitul milonitizat de Pricopan, prin această metodă se obțin valori de 264 m.a., iar pe o corneeană biotitică din aceeași zonă 222 m.a. (12); o vîrstă apropiată este menționată și pentru granitul de Greci (Țuțuiatul) 248 m.a. Tot pentru granitul de Greci, Mînzatu ș.a. (1967 și 1975) și Codarcea Dessila ș.a. (1966) indică cele mai vechi vîrste de 320 m.a., care exprimă în ansamblu momentul de punere în loc a masivului, corespunzînd limitei dintre carboniferul inferior și cel mediu (faza sudetă). Vîrste mai noi de 100—160 m.a. reprezentă regenerări ulterioare, în decursul cărora s-a pierdut o parte din argonul rocilor analizate [12].

În această situație se impunea continuarea investigațiilor geocronologice, făcînd apel la metoda Rb/Sr, mai puțin sensibilă la fenomenele de regenerare, în consecință beneficiind de un grad de precizie mai ridicat. Pentru aceste determinări au fost recoltate probe geologice din granitoidele de Greci și Pricopan, situate în extremitatea nord-vestică a Dobrogei, în Unitatea de Măcin, masive apropiate, care, deși cu textură diferită, au fost considerate de unii autori ca provenind dintr-o sursă magmatică comună.

II. Date geologice

Granitul de Pricopan, alcătuind culmea cu aceeași denumire, situat la circa 4 km est de Măcin (fig. 1), este larg cristalizat, are textura orientată (laminată) și următoarea compoziție mineralogică: microclinpertit, cuarț, plagioclaz, biotit, hornblendă, clorit, epidot + zoizit, minerale accesorii și opace etc.

În granitul de Pricopan, se găsesc numeroase zone de albitizare, legate probabil de intruziunile mai tinere din vecinătate. Acestea se recunosc ușor macroscopic, după culoarea alb-cenușie a rocii, în contrast cu culoarea cenușie-roză a granitului cu un grad de albitizare incipient. În granitul albitizat, microclinul este transformat în albit tablă de șah, iar plagioclazul se decalcifică, individualizîndu-se în masa sa microlite de epidot. În acest stadiu, structura se păstrează prin pseudomorfozarea tuturor mineralelor, iar odată cu intensificarea circulației soluțiilor, cloritul este îndepărtat, iar epidotul se colectează în granule largi sau substituie granitul în lungul căilor de circulație [7].

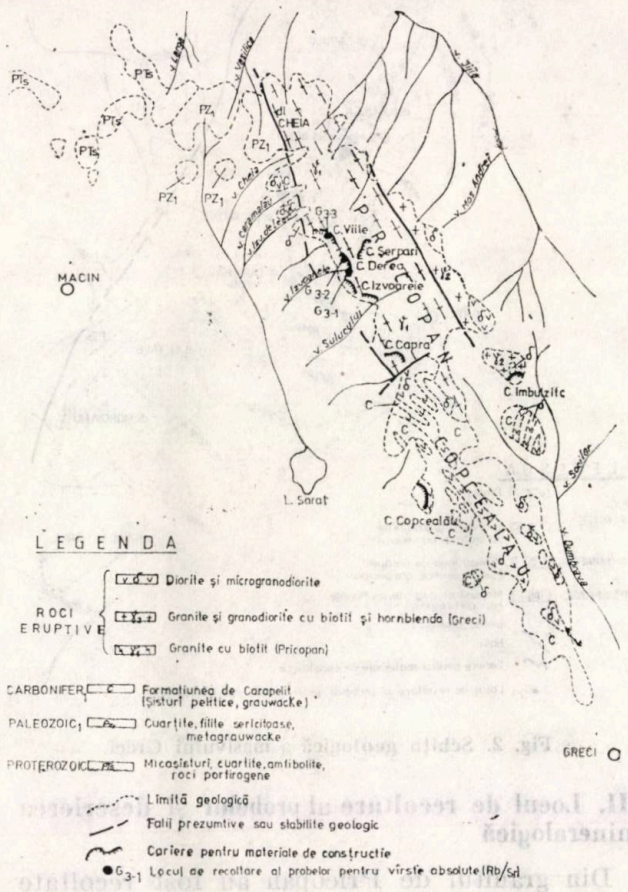


Fig. 1. Schița geologică a masivului Pricopan.

Masivul granitoidelor de la Greci (fig. 2), situat înspre est de culmea Pricopanului, este localizat în cadrul compartimentului central (al Formațiunii de Carapelit) din Unitatea de Măcin [4]. Masivul are forma alungită NV—SE, fiind alcătuit din mai multe intruziuni separate, atribuite în trecut diferențierii in situ. Principalele corpuri sînt alcătuite, petrografic, din granite amfibolice, granodiorite, tonalite, diorite și gabrouri. Textura acestor roci este masivă, neorientată, iar structura hipidiomorf granulară [19].

Granitele și granodioritele sînt alcătuite din cuarț, microclinpertit, plagioclaz, biotit, hornblendă, sfen etc. Fenomenele de albitizare sînt extrem de răspîndite, manifestate prin formarea albitului tablă de șah, a epidotului și biotitului verde-oliv, transformarea hornblendei verzi în hornblendă verde-albastră, actinot și chiar tremolit.

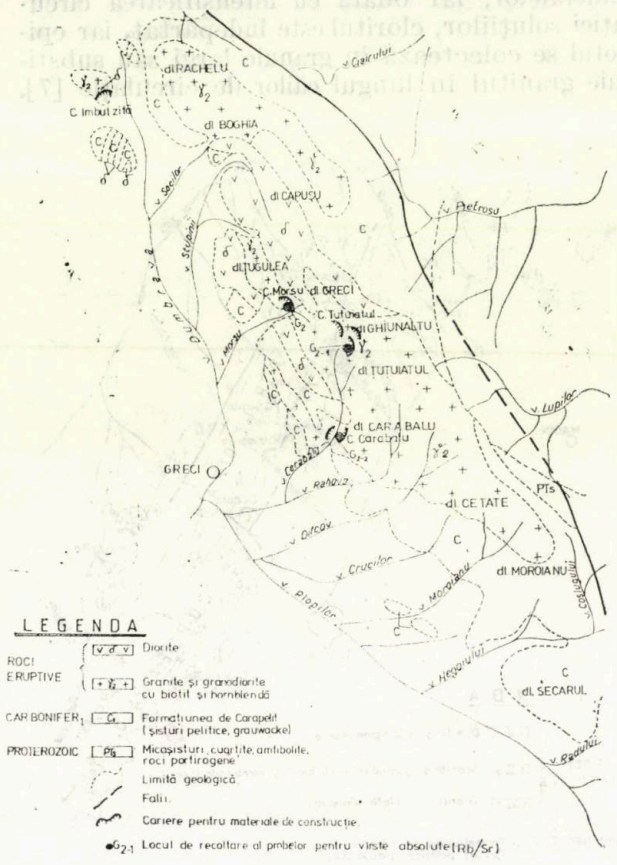


Fig. 2. Schiţa geologică a masivului Greci.

III. Locul de recoltare al probelor şi descrierea mineralogică

Din granitul de Pricopan au fost recoltate trei probe geologice (monobloc pentru a fi analizate şi prin metoda izocronă, rocă globală), fiecare în greutate de 10 kg, denumite G_{3-1}, G_{3-2}, G_{3-3}.

● Proba G_{3-1} a fost recoltată din carierea Derea (fig. 1), din partea sudică a masivului. Roca recoltată reprezintă un granit cu biotit, cu textura orientată şi structura hipidiomorf grăunţoasă, de culoare cenuşiu-rozacee (mai puţin afectată în procesele de albitizare).

La microscop, proba prezintă următoarea compoziţie mineralogică: microclinpertit 40%, plagioclaz albitizat 9%, cuarţ 33%, biotit 6%, clorit 4 %, epidot + zoizit 4%, minerale accesorii şi opace 4 %.

● Proba G_{3-2} a fost recoltată din aceeaşi carieră (fig. 1) şi reprezintă faciesul granitelor de Pricopan — intens afectate în procesele de albitizare. Culoarea rocii este alb-cenuşie, structura hipidiomorf grăunţoasă şi textura orientată. La microscop, roca prezintă următoarea compoziţie mineralogică: microclinpertit 47%, plagioclaz albitizat 8%, cuarţ 28%, biotit 13%, epidot + zoizit 2%, minerale accesorii şi opace 2%.

● Proba G_{3-3} a fost prelevată din frontul în exploatare al carierei Viile, din acelaşi versant sud-vestic al dealului Pricopan. Roca recoltată are o culoare cenuşiu-rozacee, fiind mai puţin afectată în procesele de albitizare, comparativ cu proba anterioară.

Faciesul granitic caracterizat de proba G_{3-3} are cea mai extinsă răspîndire în cadrul masivului Pricopan. Compoziţia mineralogică a acestui granit este: microclinpertit 39%, plagioclaz albitizat 8%, cuarţ 35%, biotit 10%, epidot + zoizit 4%, sericit 2%, minerale accesorii şi opace 2%.

Pentru granitoidele de Greci au fost recoltate, de asemenea, trei probe geologice, după aceeaşi metodologie de probare, care s-a folosit în Pricopan. Probele recoltate de aici au fost denumite $G_{2-\text{Morsu}}$, $G_{2-1\ \text{Ţuţuiatul}}$ şi $G_{2-2\ \text{Carabalu}}$.

— Proba $G_{2-\text{Morsu}}$ este constituită dintr-un granodiorit cu biotit şi amfiboli, cu textura masivă şi structura hipidiomorf-granulară, recoltat din versantul drept al văii Morsu, dintr-o carieră mai veche, amplasată la circa 100 m aval de punctul unde drumul spre cariera Ţuţuiatul traversează firul văii. În compoziţia mineralogică a probei se remarcă microscopic feldspatul plagioclaz (albit-oligoclaz) în proporţie de circa 40 %, feldspatul ortoclaz 30%, biotit 8%, amfiboli 6%, minerale accesorii şi opace 3%.

— Proba $G_{2-1\ \text{Ţuţuiatul}}$ reprezintă, de asemenea, un granodiorit cu biotit şi amfiboli, recoltată din cariera Ţuţuiatul, amplasată pe versantul sudic, în apropierea cotei maxime a dealului cu acelaşi nume.

Materialul recoltat este constituit dintr-o rocă eruptivă de culoare cenuşie, cu textura masivă şi granulaţia fină, în alcătuirea căreia se observă fenocristale alungite de plagioclaz, cuarţ şi, într-o măsură mai mică, ortoclaz de culoare roz-deschis. Mineralele melanocrate sînt reprezentate prin fenocristale prismatice verzi de amfiboli şi foiţe de biotit. Compoziţia mineralogică este alcătuită din plagioclaz 44%, cuarţ 28 %, ortoclaz 13%, biotit 10%, amfiboli 4%, minerale accesorii şi opace 1%.

— Proba $G_{2-2\ \text{Carabalu}}$ este constituită dintr-o rocă eruptivă, de culoare cenuşiu-rozacee, recoltată din cariera Carabalu, amplasată în versantul stîng al văii cu acelaşi nume, din partea sudică a dealului Ţuţuiatul. În compoziţia mineralogică a acestei probe sînt descrise, microscopic, microclinul şi ortoza în proporţie de 35%, plagioclazul 20%, cuarţul 35%, amfibolii cloritizaţi 6%, epidotul 2%, minerale accesorii şi opace 2%. Proba recoltată reprezintă un granit cu amfiboli, parţial epidotizaţi şi sericitizaţi, cu textura masivă şi structura hipidiomorf grăunţoasă.

După cum se observă, pentru fiecare masiv au fost recoltate cîte trei probe independen te

pentru a avea posibilitatea întocmirii graficului izocronei rocă globală.

În procesul de recoltare al probelor, s-a ţinut cont, în cea mai mare măsură, de gradul de prospeţime a rocii, recoltîndu-se materialul din fronturile deschise ale carierelor, evitîndu-se zonele tectonizate din apropierea fracturilor sau a contactelor cu rocile înconjurătoare.

Fiecare probă a fost măcinată pînă la trecerea ei integrală prin site de 1 mm, după care a fost omogenizată şi prin sfertuire a fost prelevată cantitatea necesară pentru analiza de rocă globală. Cantitatea de probă rămasă a fost trecută prin setul de site granulometrice, din ale căror clase au fost separate concentrate mononminerale cît mai pure posibil.

Cantităţile de ordinul a 1—2 g de rocă globală sau concentrate monominerale au fost atacate chimic cu un amestec de HF şi HNO_3 la temperatura de 200°C şi 20 atm. presiune, în incinte etanşe din teflon, pentru trecerea în soluţii a Rb şi Sr. Aceste elemente au fost separate apoi de restul probei şi purificate, folosind metoda schimbului ionic pe coloane de răşină de puritate analitică Amberlit CG 120 tip II. Determinările conţinuturilor de Rb şi Sr s-au făcut prin diluţie izotopică, iar analizele izotopice ale Sr au fost făcute la spectrometrul de masă CH 6 VARIAN MAT cu sursă de ionizare termică la suprafaţă.

IV. Date experimentale

Din datele analitice s-au calculat rapoartele izotopice $^{87}Sr/^{86}Sr$ şi $^{87}Rb/^{86}Sr$, pentru fiecare probă analizată şi s-a construit graficul izocronei rocă globală, iar unde a fost cazul şi o izocronă a mineralelor pentru fiecare granit în parte.

Pentru calculul vîrstelor s-a folosit formula:

$$t(\text{m.a.}) = \frac{1}{\lambda} \ln \left[\frac{\left(\frac{^{87}Sr}{^{86}Sr}\right)_n - \left(\frac{^{87}Sr}{^{86}Sr}\right)_0}{\frac{^{87}Rb}{^{86}Sr}} \right]$$

unde:

$\left(\frac{^{87}Sr}{^{86}Sr}\right)_n$ = raportul izotopilor, respectiv ai stronţiului normalizat la $\frac{^{86}Sr}{^{88}Sr} = 0{,}1194$.

$\left(\frac{^{87}Sr}{^{86}Sr}\right)_0$ = raportul iniţial al izotopilor stronţiului obţinut din intercepţia izocronei cu axa y.

$\frac{^{87}Rb}{^{86}Sr}$ = raportul izotopilor, respectiv ai rubidiului şi stronţiului calculaţi la conţinuturile chimice şi din compoziţia izotopică a Sr.

$$\lambda = 1{,}42 \cdot 10^{-11} \text{ ani}^{-1}.$$

În tabelele 1 şi 2 sînt prezentate rezultatele analizelor izotopice efectuate pe proba de rocă globală, precum şi pe separatele monominerale pentru fiecare probă în parte.

Iniţialele ce completează indicativul probei din coloana 2 au semnificaţiile:

(g) — rocă globală;
FK — concentrat de feldspat potasic;
FP — concentrat de feldspat plagioclaz;
B — concentrat de biotit.

Tabelul 1

Granite de Pricopan

Proba	Conţinuturi		$^{87}Sr/^{86}Sr$	Date izotopice		$(^{87}Sr/^{86}Sr)_0$
	Rb, ppm	Sr, ppm		$^{87}Rb/^{86}Sr$	T, m.a.	
G_{3-1}(g)	9,9	198,6	0,708	0,15		
G_{3-2}(g)	205,9	54,8	0,746	10,92	250±10	0,708
G_{3-3}(g)	174,7	67,1	0,735	7,91		
G_{3-2}B	985,0	42,2	0,883	69,55		
G_{3-2}FK	330,7	49,3	0,768	19,52	170±20	
G_{3-2}FP	113,9	32,1	0,737	10,14		

Granitoide de Greci

G_{2-1}(g)	81,6	126,3	0,710	1,87		
G_{2-1}FK	55,8	95,3	0,706	1,69		
G_{2-1}FP	53,2	102,0	0,708	1,51		
G_{2-1}B	436,4	15,0	0,942	86,23	192±10	0,707
G_{2-2}(g)	87,8	140,3	0,713	1,81		
G_{2-2}FK	219,0	73,1	0,731	8,69		
G_{2-2}FP	99,3	74,9	0,718	3,84		

Granodiorite din cariera Morsu

G_2B	582,0	8,8	1,362	204,03		
G_2(g)	79,8	163,0	0,712	1,42	227±10	0,708
G_2FP	29,4	114,4	0,710	0,74		
G_2FK	107,4	206,2	0,709	1,51		

Tabelul 2

Proba	Vîrsta, m.a.	$(^{87}Sr/^{86}Sr)_0$	Felul izocronei
Granit G_{3-1} Pricopan	250±10	0,708	Roci globale
Granit G_{3-1} Pricopan	170±20	—	Minerale
Granitoid G_{2-2} şi G_{2-1}Greci	192±10	0,707	Minerale şi roci globale
Granitoid G_{2-1} Greci	227±10	0,708	Minerale

V. Analiza rezultatelor. Interpretare

Pentru discutarea unitară a rezultatelor am considerat util să întocmim un tabel centralizat cu datele de vîrstă şi de raport iniţial $^{87}Sr/^{86}Sr$, care să cuprindă, atît probele analizate din masivul Greci, cît şi din Pricopan.

În tabelul 2 se observă că rapoartele iniţiale ale izotopilor stronţiului $(^{87}Sr/^{86}Sr)_0$, cuprinse

în intervalul 0,707–0,708, sînt puţin mai mari decît valoarea 0,706 specifică mantalei superioare, dar atestă totuşi o provenienţă subcrustală pentru magmele ce au constituit rocile analizate. Aceste valori, puţin superioare celor caracteristice mantalei, se pot explica printr-o contaminare a primelor veniri magmatice (raport 0,708 pentru Pricopan şi Morsu), cu stronţiul din crustă, în drumul lor spre suprafaţă (procese de asimilare). Referitor la aceste fenomene, literatura de specialitate menţionează că varietatea rocilor granitice este în legătură cu timpul, adîncimea şi natura rocilor învecinate magmei acide [19]. Evoluţia în timp a vetrei magmatice, fazele multiple ale magmatismului şi slăbirea procesului de asimilare (raport 0,707 pentru probele G_{2-1} şi G_{2-2}) au dus la varietatea granitoidelor, care se caracterizează prin substituirea varietăţilor mai bazice din fazele timpurii ale intruziunii, prin varietăţi mai acide în fazele tîrzii. Dealtfel, referitor la masivul eruptiv de la Greci, M. Savul sugera o succesiune de la roci tonalitice la roci granodioritice şi apoi la leucogranite.

În consecinţă, în Dobrogea de Nord, „fenomenul de asimilare" a magmelor granitoide a existat, avînd un rol important în producerea diferenţiatelor granitice, masivul Greci fiind un exemplu în acest sens.

Vîrstele calculate pe izocrona rocă globală, care semnifică momentul punerii în loc a formaţiunii respective, marchează pentru granitoidele cercetate următoarele grupe valorice: o primă grupă de valori mai vechi se situează în intervalul 250–227 m.a., iar a doua între 197–192 m.a. Aceasta înseamnă că granitele de Pricopan şi o parte a separatelor granitoide de la Greci (granodioritul de Morsu şi probabil tonalitele şi granogabrourile din partea nord-vestică a masivului) au fost puse în loc la sfîrşitul orogenezei hercinice, ca urmare a manifestărilor magmatice din fazele saalică (250 m.a.) şi pfaltzică (230 m.a.). Ulterior acestora, la 192 m.a., a fost pus în loc corpul plutonic de la Greci (faciesurile de Ţuţuiatul, Carabalu etc.), într-o fază magmatică care corespunde jurasicului inferior, probabil chimerică veche (195 m.a.).

Masivul Pricopan (fig. 3) reprezintă un caz tipic de granit pus în loc la 250±10 m.a., aşa cum atestă izocrona rocilor globale, şi reluat termic la momentul 170±20 m.a., conform izocronei mineralelor. Deci, punerea în loc a masivului Pricopan a avut loc în faza saalică, fiind apoi reluat în faza chimerică veche, adică simultan cu punerea în loc a masivului de Greci (faciesurile Carabalu, Ţuţuiatul etc.).

Referitor la corpul granitic de Pricopan, precizăm că punerea în loc a granitoidelor mai tinere (Morsu la 227 m.a., Carabalu şi Ţuţuiatul la 192 m.a.), din imediata apropiere, nu a putut rămîne fără repercusiuni asupra lui. Ca urmare a acţiunilor dinamice care au avut loc, s-au produs asupra granitelor deja consolidate sau într-un stadiu final de consolidare intense fenomene de cataclazare a componentelor minerale. În condiţiile menţionate, s-a produs liniaţia rocii, în stadiul final al consolidării granitului, sub intervenţia activităţii ramei masivului [20]. Modul de repartizare a zonelor intens laminate din cadrul masivului certifică justeţea acestei presupuneri. Astfel, în zona centrală a corpului granitic, la izvoarele Suluculuí şi mai spre nord, se constată texturi masive, în timp ce în unele zone marginale, care au preluat un stress mai puternic, cum este cazul

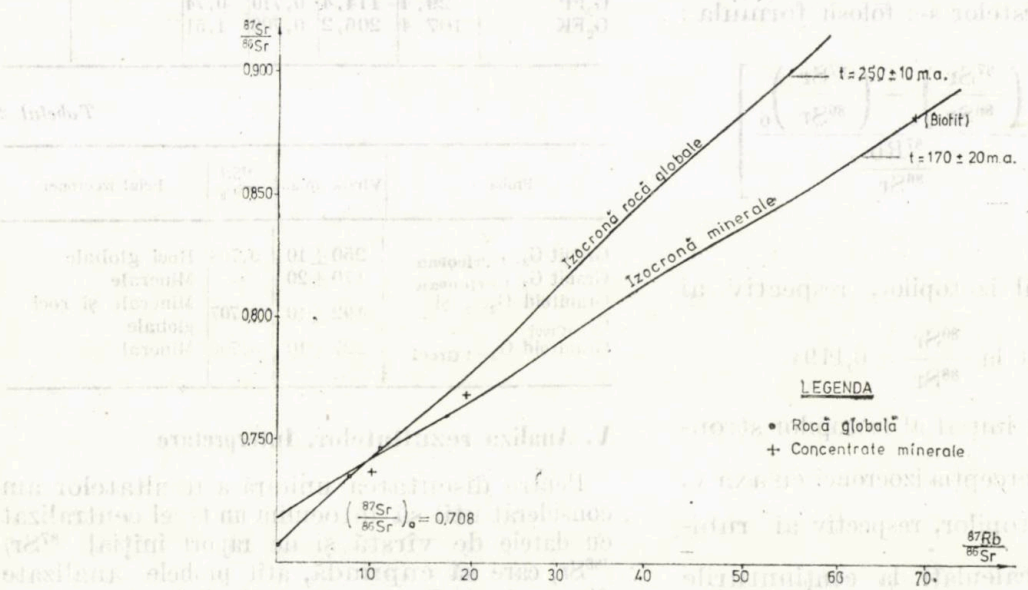


Fig. 3. Granitul de Pricopan (G_3).

în zona Fîntîna de Leac — Caramalău, procesele de cataclază şi laminare sînt intense.

Textura orientată a granitului de Pricopan, ca rezultat al proceselor de laminare şi cataclază, nu poate constitui însă un criteriu pentru încadrarea acestui masiv în grupa granitelor gnaisice alături de cele din Megina-Mircea Vodă şi Hamcearca, cu atît mai mult cu cît granitele de Megina au structura tipic granolepidoblastică, imprimată de alternarea benzilor granoblastice cuarţ-feldspatice cu altele paralele micacee, lepidoblastice [22].

Nu este exclusă însă posibilitatea ca granitul de Pricopan să fi suferit în stadiul final al cristalizării, odată cu punerea în loc a granitoidelor adiacente mai noi, şi o oarecare ridicare. Ca argument în sprijinul acestei presupuneri menţionăm faptul că masivul granitic propriu-zis este practic înconjurat de fracturi (fig. 1). Dezvoltarea pe suprafeţe întinse a structurilor larg cristalizate ca şi lipsa faciesurilor porfirice şi microcristaline sau limitarea acestora din urmă în imediata apropiere a zonelor de contact (spre deosebire de masivul granitoidelor de Greci) atestă, de asemenea, această presupunere. Din analiza modului de dispunere a zonelor de maximă laminare a granitului în cadrul corpului eruptiv, a relaţiilor structural-petrologice şi a tectonicii de amănunt a masivului [20], rezultă că cel puţin o parte a forţelor implicate în această ridicare au acţionat oblic, de jos în sus, pe direcţia est-vest.

Proba recoltată din cariera Morsu, masivul Greci (fig. 4), indică o vîrstă de 227 m.a., calculată pe baza izocronei trasată prin datarea concentratelor minerale (punctele 1; 3; 4) şi proba de rocă globală (punctul 2).

După cum se constată din figura 4, punctul 1, concentratul de biotit precizează, de fapt, vîrsta, celelalte puncte fiind grupate foarte aproape de originea axelor de coordonate. Cu alte cuvinte, aceasta este o vîrstă minimală pentru granodioritele de Morsu, deoarece biotitul a putut fi întinerit parţial în momentul punerii în loc a celorlalte faciesuri din granitoidele de Greci şi anume: Ţuţuiatul, Carabalu etc. (fig. 5), adică la 192 ± 10 m.a., conform izocronei rocă globală + minerale. De menţio-

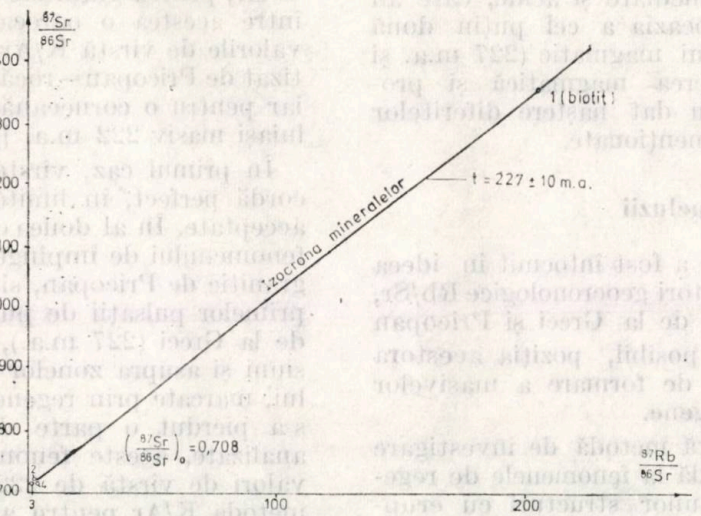


Fig. 4. Granitul de Greci ($G_{2-Morsu}$).

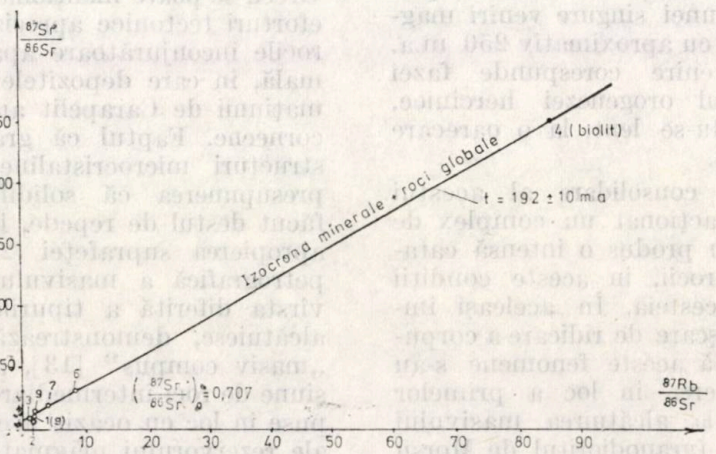


Fig. 5. Granitul de Greci (G_{2-1}Ţuţuiatul şi G_{2-2}Carabalu).

nat că și în acest grafic, biotitul (punctul 4) joacă un rol preponderent în precizarea vîrstei, dar în același timp feldspatul potasic (punctul 6) și plagioclazul (punctul 7), minerale mai puțin sensibile reluărilor termice, se înscriu pe aceeași izocronă. În concluzie, granodioritele de Morsu au o vîrstă de cel puțin 227 m.a., iar faciesurile granitoidelor de Carabalu și Țuțuiatul sînt puse în loc de aproximativ 192 m.a.

În privința masivului granitoidelor de Greci, se poate menționa că acesta nu a suferit eforturi tectonice apreciabile. Contactul lui cu rocile înconjurătoare apare ca o aureolă normală, în care depozitele sedimentare ale Formațiunii de Carapelit au fost transformate în corneene. Faptul că granitoidele au în parte structuri microcristaline sau porfirice este un argument al presupunerii că solidificarea magmelor s-a făcut destul de repede, la o adîncime mică, în apropiere de suprafață [25].

Larga diferențiere petrografică a masivului de Greci, precum și vîrsta diferită a unora din aceste separate, demonstrează că acesta este un „masiv compus" [13], alcătuit dintr-o succesiune de roci intermediare și acide, care au fost puse în loc cu ocazia a cel puțin două pulsații ale rezervorului magmatic (227 m.a. și 192 m.a.). Diferențierea magmatică și procesele de asimilare au dat naștere diferitelor tipuri petrografice menționate.

Concluzii

Materialul prezentat a fost întocmit în ideea elucidării, prin măsurători geocronologice Rb/Sr, a vîrstei granitoidelor de la Greci și Pricopan și de a stabili, pe cît posibil, poziția acestora în cadrul succesiunii de formare a masivelor granitoide nord-dobrogene.

A fost aleasă această metodă de investigare fiind mai puțin sensibilă la fenomenele de regenerare, caracteristice unor structuri cu erupții succesive.

Așa cum a fost precizat, masivul Pricopan pare să fie rezultatul unei singure veniri magmatice care a avut loc cu aproximativ 250 m.a. în urmă. Această venire corespunde fazei saalice de la sfîrșitul orogenezei hercinice, răcirea magmei făcîndu-se lent, la o oarecare adîncime de suprafață.

În stadiul final de consolidare al acestui pluton, asupra lui a acționat un complex de forțe dinamice care au produs o intensă cataclazare și laminare a rocii, în aceste condiții formîndu-se liniația acesteia. În aceleași împrejurări are loc și o mișcare de ridicare a corpului granitic. Se pare că aceste fenomene s-au produs odată cu punerea în loc a primelor pulsații care au dus la alcătuirea masivului granitoidic de la Greci (granodioritul de Morsu și probabil tonalitele și granogabrourile); tot acum se produc și fracturile care înconjoară masivul Pricopan (fig. 1).

Conform izocronei mineralelor (în special a biotitului — fig. 3), o reluare termică importantă a granitului de Pricopan a avut loc apoi la momentul 170±20 m.a. cînd s-au format mineralele de neoformație: biotitul, cuarțul, epidotul, cloritul etc. În fisurile de dimensiuni microscopice pînă la ce'e de cîțiva milimetri, deja formate, a fost depus biotitul fin, în monocristale sau agregate microcristaline, golurile dintre cristale fiind cimentate, în mod deosebit cu cuarț de neoformație și epidot. Astfel, prin rezultatul umplerii unor fisuri orientate statistic s-a definitivat liniația care se manifestă prin dungi brun-negre din agregate granulare de biotit [20]. Cu această ocazie, mineralele de neoformație ca și noile veniri de diorite din partea sud-vestică a masivului maschează existența fracturilor marginale din această zonă, ceea ce impedimentează, într-o oarecare măsură, recunoașterea lor în teren.

În ceea ce privește corelarea datelor geocronologice înregistrate prin metoda Rb/Sr și K/Ar, pentru granitele de Pricopan, se observă între acestea o oarecare concordanță. Astfel, valorile de vîrstă K/Ar pentru granitul milonitizat de Pricopan—rocă totală—indică 264 m.a., iar pentru o corneeană biotitică din zona aceluiași masiv 222 m.a. [12].

În primul caz, vîrstele K/Ar și Rb/Sr concordă perfect, în limitele erorilor de măsurare acceptate. În al doilea caz, se pare că începutul fenomenului de împingere și ridicare a corpului granitic de Pricopan, simultan cu manifestările primelor pulsații de punere în loc a masivului de la Greci (227 m.a.), a avut intense repercusiuni și asupra zonelor de contact ale masivului, marcate prin regenerări, în decursul cărora s-a pierdut o parte din argonul corneenelor analizate, aceste fenomene fiind marcate prin valori de vîrstă de 222 m.a., înregistrate prin metoda K/Ar pentru aceste roci.

În privința masivului granitoidelor de la Greci, se poate menționa că acesta nu a suferit eforturi tectonice apreciabile. Contactul lui cu rocile înconjurătoare apare ca o aureolă normală, în care depozitele sedimentare ale Formațiunii de Carapelit au fost transformate în corneene. Faptul că granitoidele au în parte structuri microcristaline sau porfirice atestă presupunerea că solidificarea magmelor s-a făcut destul de repede, la o adîncime mică, în apropierea suprafeței [25]. Larga diferențiere petrografică a masivului de la Greci, cît și vîrsta diferită a tipurilor petrografice care îl alcătuiesc, demonstrează că acesta este un „masiv compus" [13], alcătuit dintr-o succesiune de roci intermediare și acide, care au fost puse în loc cu ocazia a cel puțin două pulsații ale rezervorului magmatic, la 227 și respectiv 192 m.a.

Referitor la proveniența magmelor care au constituit rocile analizate, valorile rapoartelor inițiale ale izotopilor stronțiului $^{87}Sr/^{86}Sr$ precizează natura subcrustală a acestora. Valorile de 0,707 respectiv 0,708 pentru aceste rapoarte, cu puțin mai mari decît valoarea de 0,706 maxim admisă pentru rocile subcrustale, pot fi aplicate printr-o ușoară contaminare a magmelor de adîncime cu stronțiul crustal în timpul traversării scoarței terestre.

Bibliografie

[1] Airinei, Șt. *Idei privind încadrarea teritoriului României în conceptul tectonicii plăcilor.* Studii și cercetări. Geofizica 14 București, 1976.

[2] Airinei, Șt. *Radiografia geofizică a teritoriului R.S.R.* Editura științifică, București, 1980.

[3] Botezatu, R. et al. *Relațiile dintre anomalia gravității și structura geologică a Dobrogei de Nord și a regiunilor limitrofe din Moldova de sud și Muntenia de est.* Studii și cercetări. Geologie 1, Tom VI, București, 1961.

[4] Ciolboc, D. *Raport geologic de sinteză asupra lucrărilor executate în Dobrogea de nord 1975—1982.* Arhiva I.M.R., 1983.

[5] Giușcă, D. *Massif de Pricopan.* Anuarul Inst. Geol. Rom. XVI, București, 1934.

[6] Giușcă, D. *Considérations sur les problèmes de differenciation magmatique dans la Dobrogea de nord.* Bul. Soc. Rom. de Geologie 3, București, 1935.

[7] Giușcă, D. *Petrologia rocilor endogene.* Editura tehnică, București, 1974.

[8] Grădinaru, E. *Rocile sedimentare și vulcanitele acide și bazice ale Jurasicului superior (Oxfordian) din zona Camena—Dobrogea de nord.* Analele Univ. Buc. Seria Geologie XXX, 1981.

[9] Ianovici, V. et al. *Privire generală asupra geologiei Dobrogei.* Ghidul excursiilor AGCB-V, București, 1961.

[10] Ianovici, V. *Asupra vîrstei absolute a formațiunilor cristaline din vorlandul orogenului Carpatic.* Studii și cercetări. Geologie, 12, Vol. II, București, 1967.

[11] Mirăuță O. și Mirăuță Elena. *Paleozoicul din partea de sud a Munților Măcin.* D. S. Com. Geol., XLV, București, 1962.

[12] Minzatu Silvia et al. *Date geocronologice obținute pentru formațiuni cristalofiliene și masive eruptive din România.* D. S. Inst. Geol., LXI/5, București, 1973.

[13] Mureșan, M. *Privire de ansamblu asupra succesiunii de formare a rocilor magmatogene paleozoice sinorogene (S.L.) și subsecvente din Dobrogea de nord.* D. S. Inst. Geol., LXI/&, București, 1974.

[14] Murgoci, G. M. *Etudes géologiques dans la Dobrogea de nord. La tectonique de l'aire cimmerienne.* An. Ins. Geol. Rom. VI, București, 1914.

[15] Murgoci, G. M. *Asupra ariei chimerice.* D. S. ale Inst. Geol. Rom. VIII, București, 1926.

[16] Peive, A. V. et al. *Tectonics of Europe and adjacent areas. Explanatory note.* „Nauka" publishing house Moscow, 1981.

[17] Preda, D. M. *Poziția tectonică a orogenului hercinic-chimeric al Dobrogei de nord, în cadrul geologic structural regional.* An. Rom-Sov., Geologie — Geografie II, București, 1959.

[18] Roman, D. *Masivul eruptiv de la Greci.* An. Inst. Geol. Rom. VII, București, 1917.

[19] Savul, M. *Contribuții la petrologia Dobrogei de nord.* An. Univ. Iași. Tom II, Fasc. 1, 1956.

[20] Savul M. și Alexandrina Barbu *Cercetări de analiză structurală petrologică asupra masivului eruptiv Pricopan.* Studii și cercetări. Geologie 2, Tom VI, București, 1961.

[21] Savul, M. și Idriceanu, T. *Contribuțiuni la caracterizarea petrochimică a masivelor eruptive din Dobrogea de nord.* An. Univ. Iași. Tom. II, Seria II, Fasc. 2, 1956.

[22] Seghedi Antoneta *Date privind vîrsta postcarapelitică a granitului de Pricopan (Dobrogea de nord-vest).* Studii și cercetări. Geologie Tom XXII, 1977

[23] Seghedi Antoneta *Considerații privind succesiunea de formare a masivelor granitoide din unitatea de Măcin a Dobrogei de nord.*

[24] Săndulescu, M. *Analyse géotectonique des chaines alpines situées autour de la Mer Noire occidentale.* Anuarul Inst. Geol. LVI, București, 1980.

[25] Streckeisen, A. *Asupra petrografiei Dobrogei.* Dări de seamă XVIII, 1930.

Diagrama presiune-volum la cimentarea coloanelor cu ajutorul niplurilor speciale

Conf. dr. ing. **G. Iordache**
Institutul de petrol și gaze Ploiești

Tubarea coloanelor lansate (denumite și lainere sau pierdute) presupune, de cele mai multe ori, folosirea unor garnituri de lansare cu diametre mai mici decît ale coloanelor propriu-zise; această diferență atrage după sine imposibilitatea cimentării convenționale (cu două dopuri lansate de la suprafață) și folosirea unor nipluri speciale care, pentru a fi recuperabile, se montează în cepul de lansare. Dopurile se deplasează numai prin interiorul coloanei, au diametrul adecvat acestei cerințe și realizează separarea dintre fluidul din sondă sau de refulare față de pasta de ciment [1].

Obișnuit, volumul pastei de ciment se determină pentru umplerea spațiilor corespunzătoare lungimilor l_c și h_{ci} (fig. 1):

$$V_p = \frac{\pi}{4}(D_s^2 - D_c^2)\, l_c + \frac{\pi}{4} d_c^2 h_{ci}, \qquad (1)$$

în care:

D_s, D_c, d_c reprezintă diametrul găurii de sondă, respectiv al exteriorului și interiorului coloanei;

l_c, h_{ci} — lungimea de cimentare la exterior, respectiv înălțimea inelului de reținere.

Atunci cînd l_c are valori mici, practic nestandardizate, se acceptă cimentarea la echilibru și deci $l_c = h_{ci}$, iar relația (1) se modifică în mod corespunzător.

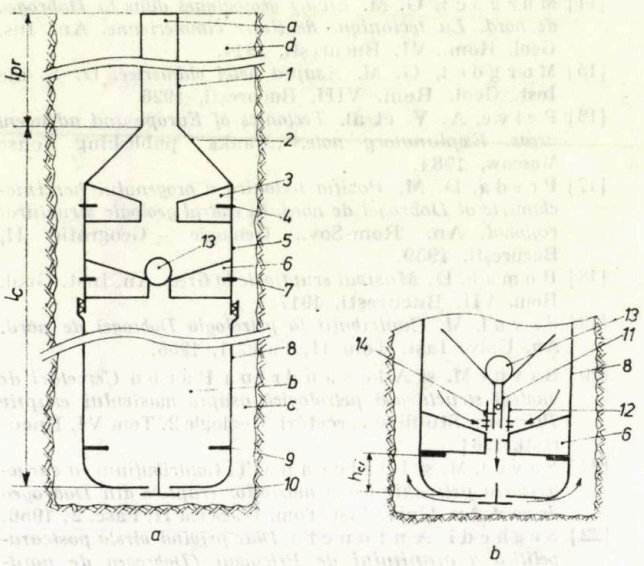


Fig. 1. Schema generală.

Înaintea pastei de ciment, de la suprafață (din capul de cimentare) se lansează sfera *13* (fig. 1, *a*), care poate trece prin interiorul garniturii de foraj *1*; pentru pornirea circulației trebuie depășită rezistența de gel a lichidului din sondă (în spațiile *a* . . . *d*) ,precum și căderea de presiune în sistemul de circulație, respectiv presiunea de refulare (fig. 2).

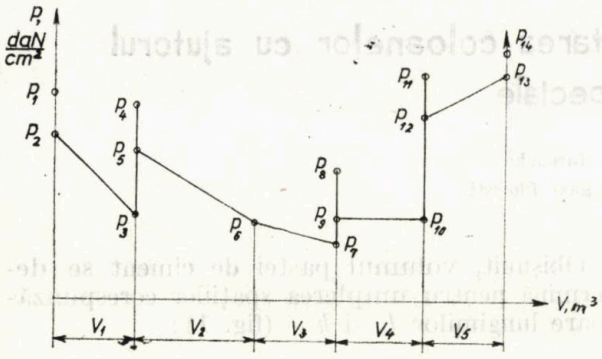


Fig. 2. Diagrama p — V.

$$p_1 = p_0 + p_c + p_{is}, \qquad (2)$$

în care:

$$p_0 = p_{0a} + p_{0b} + p_{0c} + p_{0d}, \qquad (3)$$

$$p_c = p_{ca} + p_{cb} + p_{cc} + p_{cd}, \qquad (4)$$

respectiv

$$p_0 = 4\,\theta\left(\frac{l_{pr}}{d_{pr}} + \frac{l_c}{d_c} + \frac{l_c}{D_s - D_c} + \frac{l_{pr}}{S_s - D_{pr}}\right), \qquad (5)$$

în care:

p_0 reprezintă presiunea necesară învingerii rezistenței de gel;

p_c — căderea de presiune în sistemul de circulație;

p_{is} — căderea de presiune în instalația de suprafață (aceasta poate să conțină termeni p_0 sau p_c și se calculează, se estimează sau se stabilește concret cu manometre sensibile, montate la refularea agregatului de pompare și la intrarea în gaura de sondă);

l_{pr}, l_c — lungimea prăjinilor de lansare, respectiv înălțimea de cimentare;

a, b, c, d — spațiile de vehiculare a fluidelor (v. fig. 1, *a*).

Pentru căderea de presiune în sistemul de circulație, se ține seama de tipul fluidelor și regimul de curgere; cu debitul agregatului Q, se calculează vitezele de curgere v_a. . . v_d. În cazul regimului de curgere laminar, componenta

$$p_{c_1} = 32\eta_{p_n}\left[\frac{v_a l_{pr}}{d_{pr}^2} + \frac{v_b l_c}{d_c^2} + \frac{v_c l_c}{(D_s - D_c)^2} + \frac{v_d l_{pr}}{(D_s - D_{pr})^2}\right] + 4\tau_{0_n}\left[\frac{l_{pr}}{d_{pr}} + \frac{l_c}{d_c} + \frac{l_c}{(D_s - D_c)} + \frac{l_{pr}}{(D_s - D_{pr})}\right]; \qquad (6)$$

pentru regim de curgere turbulent,

$$p_{c_1} = \frac{\lambda\gamma_n}{2g}\left(\frac{v_a^2 l_{pr}}{d_{pr}} + \frac{v_b^2 l_c}{d_c} + \frac{v_c^2 l_c}{D_s - D_c} + \frac{v_d^2 l_{pr}}{D_s - D_{pr}}\right). \qquad (7)$$

În ultimele relații,

θ, τ_0 reprezintă tensiunea statică, respectiv dinamică de forfecare a fluidului (pentru fluide care nu fac structură, $\theta = 0$, $\tau_0 = 0$, iar relațiile se modifică în mod corespunzător);

η_p, γ — vîscozitatea plastică, respectiv greutatea specifică a fluidului;

v_a . . . v_d — vitezele lichidului în spațiile a . . . d;

λ — coeficientul rezistențelor hidraulice;

g — accelerația gravitațională (gravifică) — pentru simplificare se acceptă $g = 10$ m/s² și deci 1 kgf = 10 N = 1 daN;

n — indicele pentru fluidul din sondă.

După depășirea rezistenței de gel, presiunea de refulare scade din p_1 la p_3, în care acum $p_2 = p_c$; în măsura în care în prăjini, după sferă, se pompează pasta de ciment, a cărei greutate specifică este, de regulă, mai mare decît a fluidului din sondă, apare presiunea diferențială

$$p_{dif} = (\gamma_p - \gamma_n)\, l_{dif}, \tag{8}$$

iar presiunea la agregatul de pompare se micșorează de la valoarea p_2 la p_3, în care

$$p_3 = p_{c_3} - p_{dif}, \tag{9}$$

iar p_{c_3} se calculează acum ținînd seama de faptul că pe lungimea l_{pr}, în interiorul prăjinilor, se află pasta de ciment (indicele p) și deci

$$p_{c_3} = \frac{32\,\tau_{lpp}\, v_a l_{pr}}{d_{pr}^2} +$$

$$+ 32\tau_{lpn}\left[\frac{v_b l_c}{d_c^2} + \frac{v_c l_c}{(D_s - D_c)^2} + \frac{v_d l_{pr}}{(D_s - D_{pr})^2}\right] \tag{10}$$

sau, în regim turbulent,

$$p_{c_3} = \frac{\lambda\gamma_p v_a^2 l_{pr}}{2g\, d_{pr}} + \frac{\lambda\gamma_n}{2g}\left(\frac{v_b^2 l_c}{d_c} + \frac{v_c^2 l_c}{D_s - D_c} + \frac{v_d^2 l_{pr}}{D_s - D_{pr}}\right).$$

Volumul V_1 (fig. 2) corespunde volumului de pastă de ciment pompat în interiorul prăjinilor de foraj, respectiv

$$V_1 = \frac{\pi}{4} d_p^2 l_{pr}; \tag{11}$$

acest moment coincide cu așezarea sferei pe scaunul dopului *6*, marcată prin creșterea presiunii de la p_3 la p_4; diferența $(p_4 - p_3)$ reprezintă presiunea suplimentară necesară forfecării bolțurilor *7*, care trebuie menționată în fișa tehnică a niplului de cimentare *5*. Dacă este dată forța de forfecare F_{f_1} precum și numărul de bolțuri (știfturi) i, la limită [1 ; 2],

$$F_{f_1} = i(p_4 - p_3) A_1 c_s = i(p_4 - p_3)\frac{\pi d_1^2}{4} c_s,$$

$$(p_4 - p_3) = \frac{4F_{f_1}}{c_s i d_1^2}, \tag{12}$$

în care A_1 reprezintă aria secțiunii transversale a unui știft cu diametrul d (pentru evitarea accidentelor se acceptă coeficientul de siguranță $c_s = 1{,}1 \ldots 1{,}3$). Deoarece deplasarea descendentă a dopului presupune inducerea unor forțe de frecare între aceasta și interiorul coloanei, rezultă că, după forfecarea știfturilor primului dop, presiunea va scădea pînă la p_5 (în lipsa frecărilor, presiunea scade din p_4 în p_3, dar cazul este idealizat). Continuarea procesului de pompare a pastei de ciment se face, de regulă, fără a schimba debitul agregatului (agregatelor) de pompare, dar ritmul de creștere a lungimii pe care se repartizează pasta de ciment în coloană este mai mic decît în cazul prăjinilor de lansare, fapt care determină modificarea pantei $\overline{p_5 p_6}$ față de cea a dreptei $\overline{p_2 p_3}$.

În condițiile menționate,

$$(p_4 - p_5) = p_{f_1} < (p_4 - p_3), \tag{13}$$

în care p_{f_1} reprezintă aportul de presiune adus de frecări; în mod normal trebuie precizată și diferența $(p_4 - p_5)$,respectiv p_{f_1}. Volumul de pastă de ciment care intră în coloana 8,

$$V_2 = \frac{\pi}{4} d_c^2 l_{c_2}, \tag{14}$$

sau

$$V_2 = V_p - V_1,$$

$$l_{c_1} = \frac{V_2}{A_i}, \quad A_i = \frac{\pi}{4} d_c^2,$$

în care A_i reprezintă aria secțiunii transversale a interiorului coloanei, iar l_{c_2} — lungimea pastei de ciment din coloană.

Cum însă

$$p_5 = p_4 - p_{f_1} \text{ și } p_6 = p_5 - p_{dif}, \tag{15}$$

rezultă că

$$p_6 = 32\tau_{lpp}\left(\frac{v_a l_{pr}}{d_{pr}^2} + \frac{v_b l_{c_2}}{d_c^2}\right) +$$

$$+ 32\tau_{lpn}\left[\frac{v_b(l_c - l_{c_2})}{d_c^2} + \frac{v_c l_c}{D_s - D_c)^2} + \frac{v_d l_{pr}}{(D_s - D_{pr})^2}\right] +$$

$$+ 4\tau_{op}\left(\frac{l_{pr}}{d_{pr}} + \frac{l_{c_2}}{d_c}\right) + 4\tau_{on}\left[\frac{l_c - l_{c_2}}{d_c} + \frac{l_c}{(D_s - D_c)} +\right.$$

$$\left. + \frac{l_{pr}}{(D_s - D_{pr})}\right] - p_{dif},$$

sau

$$p_6 = \frac{\lambda\gamma_p}{2g}\left(\frac{v_a^2 l_{pr}}{d_{pr}} + \frac{v_b^2 l_{c_2}}{d_c}\right) +$$

$$+ \frac{\lambda\gamma_n}{2g}\left[\frac{v_b^2(l_c - l_{c_2})}{d_c} + \frac{v_c^2 l_c}{D_s - D_c} + \frac{v_d^2 l_{pr}}{D_s - D_{pr}}\right] \tag{16}$$

în care acum

$$p_{dif} = (\gamma_p - \gamma_n)(l_{pr} + l_{c_2}). \tag{17}$$

După pomparea volumului de pastă de ciment $(V_1 + V_2) = V_p$, se introduce o tijă metalică, care trebuie să separe pasta de ciment de fluidul de refulare; deplasarea tijei prin prăjinile de lansare se face fără frecări, dar presiunea diferențială se micșorează în continuare și deci panta dreptei $\overline{p_6 p_7}$ va fi mai mică decît a dreptei $\overline{p_5 p_6}$. În adevăr,

$$l_{c_3} = \frac{V_p}{A_i} = \frac{V_1 + V_2}{A_i} > l_{c_2} = \frac{V_2}{A_i}, \qquad (18)$$

în care l_{c_3} reprezintă lungimea pe care toată pasta de ciment se repartizează în interiorul coloanei. Cînd tija metalică obturează orificiul dopului *3*, pentru forfecarea bolțurilor *4* este necesară forța

$$F_{f_2} = i\,(p_8 - p_7)\,A_2\,c_s, \qquad (19)$$

sau

$$(p_8 - p_7) = \frac{4F_{f_2}}{c_s i \pi d_2^2},$$

și, prin analogie cu dopul precedent,

$$(p_8 - p_9) = p_{f_2} < (p_8 - p_7), \qquad (20)$$

$$p_9 = p_8 - p_{f_2}.$$

Deplasarea descendentă a pastei de ciment între cele două dopuri determină palierul de presiune $\overline{p_9 p_{10}}$ (semnificația scăderii presiunii din p_8 în p_9 este aceeași, numai că acum referirea se face la dopul superior); cînd dopul *6* ajunge pe inelul de reținere (fig. 1, *b*), construcția acestuia permite refularea pastei de ciment. Pentru aceasta, sub acțiunea presiunii, se produce forfecarea bolțurilor *14*, iar orificiile cilindrului *11*, ajunse în fața celor de pe cilindrul exterior *12*, permit ieșirea pastei de ciment în spațiul de sub inelul de reținere *9* și în spațiul inelar al coloanei.

În relațiile precedente,

$$p_7 = 32\,\eta_{pn}\left[\frac{v_a l_{pr}}{d_{pr}^2} + \frac{(l_c - l_{c_3})v_b}{d_c^2} + \frac{v_c l_c}{(D_s - D_c)^2} + \frac{v_a l_{pr}}{(D_s - D_{pr})^2}\right] + 32\,\eta_{pp}\frac{v_b l_{c_3}}{d_c^2} - p_{dif}$$

sau, în regim de curgere turbulent,

$$p_7 = \frac{\lambda\gamma_n}{2g}\left[\frac{v_a^2 l_{pr}}{d_{pr}} + \frac{(l_c - l_{c_3})v_b^2}{d_c} + \frac{v_c^2 l_c}{D_s - D_c} + \frac{v_a l_{pr}}{D_s - D_{pr}}\right] + \frac{\lambda\gamma_p}{2g}\frac{v_b^2 l_{c_3}}{d_c} - p_{dif}, \qquad (20)$$

în care

$$p_{dif} = (\gamma_p - \gamma_n) l_{c_3}. \qquad (21)$$

Dacă nu intervin alți factori,

$$p_9 = p_{10},$$

$$F_{f_3} + i(p_{11} - p_{10})\,A_3\,c_s, \qquad (22)$$

$$(p_{11} - p_{10}) = \frac{4F_{f_3}}{c_s i \pi d_3^2},$$

în care F_{f_3} reprezintă forța necesară tăierii știfturilor *14*, iar d_3 — diametrul acestora. Presiunea $p_{12} > p_{10}$, deoarece o parte din presiunea de refulare se pierde la trecerea pastei de ciment prin orificiile cilindrilor coaxiali *11* și *12* (dar numai după ce aceștia ajung cu orificiile de circulație față-n față — este cert că pentru culisare sînt necesare caneluri).

Volumul

$$V_3 = \frac{\pi}{4} d_{pr}^2 l_{pr} \qquad (23)$$

corespunde fluidului de refulare pompat în prăjinile de lansare după al doilea dop; la acesta se adaugă

$$V_4 = \frac{\pi}{4} d_c^2 (l_c - l_{c_3}), \qquad (24)$$

și, în final

$$V_n = \frac{\pi}{4} d_{pr}^2 l_{pr} + \frac{\pi}{4} d_c^2 (l_c - h_{ci}) = V_3 + V_4 + V_5,$$

din care se deduce V_5 pentru momentul suprapunerii dopurilor.

Presiunea

$$p_{13} = p_{12} + p_{dif}$$

sau, după refularea completă a pastei de ciment,

$$p_{13} = 32\,\eta_{pn}\left[\frac{v_a l_{pr}}{d_{pr}^2} + \frac{v_b(l_c - h_{ci})}{d_c^2} + \frac{v_d l_{pr}}{(D_s - D_{pr})^2}\right] + 32\,\eta_{pp}\left[\frac{v_b h_{ci}}{d_c^2} + \frac{v_c l_c}{(D_s - D_c)^2}\right] + p_{dif},$$

respectiv, în regim de curgere turbulent,

$$p_{13} = \frac{\lambda\gamma_n}{2g}\left[\frac{v_a^2 l_{pr}}{d_{pr}} + \frac{v_b^2(l_c - h_{ci})}{d_c} + \frac{v_d^2 l_{pr}}{(D_s - D_{pr})}\right] + \frac{\lambda\gamma_p}{2g}\left[\frac{v_b^2 h_{ci}}{d_c} + \frac{v_c^2 l_c}{(D_s - D_c)}\right] + p_{dif}, \qquad (25)$$

în care

$$p_{dif} = (\gamma_p - \gamma_n)(l_c - h_{ci}). \qquad (26)$$

Saltul $p_{14} - p_{13}$ corespunde suprapunerii celor două dopuri.

Materializarea rezultatelor se face astfel: se construieşte graficul din figura 2 anticipînd proprietăţile fluidelor vehiculate şi debitul de lichid; în timpul cimentării se va urmări, eventual cu manometre suplimentare montate pe capul de cimentare, variaţia reală a presiunii şi coincidenţa cu valorile calculate. În cazul unor abateri se poate concluziona asupra funcţionării niplului de cimentare şi asupra procesului tehnologic propriu-zis. Se recomandă ca graficul să fie efectuat la scară pe hîrtie milimetrică şi, dacă se dispune de un calculator, să se prevadă mai multe variante posibile, mai ales că modificarea debitului de lichid aduce schimbări importante de valori. Utilitatea apare la cimentarea coloanelor cu diametre mari (p. la 30 in) lansate, tubate de pe uscat sau de pe platforme marine [1].

(Întocmit la 25 mai 1983)

Bibliografie

[1] Iordache, G. *Foraje cu destinaţie specială şi foraj marin.* Bucureşti, Ed. didactică şi pedagogică, 1981.
[2] Iordache, G. *Lucrări auxiliare în foraj-extracţie.* Bucureşti, Ed. tehnică, 1979.

Permeabilităţi mărite în jurul găurii de sondă

Şef. lucr. dr. ing. **Al. D. Stan**
şef lucr. ing. **Fl. Minescu**
Institutul de petrol şi gaze Ploieşti

I. Introducere

Este cunoscut faptul că în apropierea găurii de sondă se realizează mărirea atificială a permeabilităţii pentru a creşte afluxul fluidelor către sondă. Această mărire se realizează prin perforarea coloanei şi a stratului productiv cu ajutorul elementelor perforante (gloanţe, jeturi abrazive) sau prin operaţiile de fisurare hidraulică şi acidizare.

În situaţia existenţei unei singure fisuri într-un strat productiv, mişcarea fiind unidimensională, s-a stabilit [1] permeabilitatea medie a stratului fisurat.

În lucrarea [3] s-a arătat că tot la mişcarea unidimensională, permeabilitatea unei fisuri trebuie corectată dacă curgerea fluidului nu este staţionară şi fisura nu are pereţii netezi. De asemenea, s-a corectat permeabilitatea fisurii dacă aceasta are secţiunea transversală finită, între feţe existînd un material de umplere şi, tot o modificare a permeabilităţii faţă de aceea utilizată în literatură, se propune pentru un fluid ce are o comportare nenewtoniană.

Într-o altă lucrare [2], s-a arătat că mişcarea turbulentă a fluidului conduce, de asemenea, la o reducere a permeabilităţii faţă de aceea definită în mod clasic.

În acest fel, s-a explicat şi comportarea în exploatare a unor sonde productive din strate fisurate cu presiuni diferenţiale mari.

II. Efectul unor canale circulare în zăcămînt

Se ştie că înaintea punerii în producţie a unei sonde se perforează stratul productiv. Este posibil ca elementul perforant (glonţul, jetul abaziv) să pătrundă pe o anumită distanţă L în interiorul stratului productiv. Evident că acest canal va contribui la mărirea permeabilităţii din apropierea găurii de sondă. Se poate determina „permeabilitatea" unui asemenea canal. În acest scop, dacă se scrie expresia clasică a căderii de presiune Δp — într-un tub cu secţiunea circulară:

$$\Delta p = \rho \frac{v_m^2}{2} \frac{L}{d} \lambda, \qquad (1)$$

se obţine imediat valoarea vitezei medii v_m sub forma:

$$v_m = \frac{2d^2}{Re \cdot \lambda} \cdot \frac{\Delta p}{\mu L}, \qquad (2)$$

unde:

d este diametrul interior;
ρ — densitatea fluidului;
μ — vîscozitatea dinamică;
λ — coeficientul de rezistenţă;
Re — numărul lui Reynolds definit cu viteza medie şi cu diametrul d.

Dacă se compară expresia vitezei medii cu aceea de la filtrarea lineară printr-un tub cu permeabilitatea k_t se găseşte valoarea acesteia:

$$k_t = \frac{2d^2}{Re\lambda}. \qquad (3)$$

În regim de curgere laminar, unde are loc egalitatea $Re\lambda = 64$ „permeabilitatea" canalului circular va fi:

$$k_t = \frac{d^2}{32}. \qquad (3')$$

În regim de curgere turbulent se poate calcula cu ușurință produsul $Re\lambda$. Fără a efectua asemenea calcule, se observă că în regim de curgere turbulent produsul $Re\lambda$ crește pe măsură ce se mărește numărul lui Reynolds, ceea ce înseamnă că la creșterea regimului de curgere „permeabilitatea" canalului se reduce. Un rezultat identic s-a obținut și la fisura cu pereții plani paraleli. Pentru a calcula permeabilitatea medie k_m din zona pătrunsă de elementele perforante se determină grosimea h_1 a „stratului" de permeabilitate k_t din condiția ca secțiunea de curgere a unui orificiu $\pi d^2/4$ să fie egală cu aria laterală a cilindrului de rază r_s și înălțimea h_1.

Din condiția admisă se obține :

$$h_1 = \frac{d^2}{8r_s}. \tag{4}$$

Permeabilitatea medie a celor două strate de grosimi h și h_1 cu permeabilitățile k și k_t va fi :

$$k_m = \frac{hk + k_t \dfrac{d^2}{8r_s}}{h + \dfrac{d^2}{8r_s}}. \tag{5}$$

Acum se poate considera că în jurul găurii de sondă, între razele r_s și $r_s + L$, este permeabilitatea k_m, iar în exteriorul acestei coroane circulare pînă la raza conturului r_c este permeabilitatea k. Cele două zone formează permeabilitatea medie :

$$k_{med} = \frac{\ln \dfrac{r_c}{r_s}}{\dfrac{1}{k_m} \ln \dfrac{r_s + L}{r_s} + \dfrac{1}{k} \ln \dfrac{r_c}{r_s + L}}. \tag{6}$$

Grosimea h a stratului productiv aferentă unui orificiu se obține ca raport între grosimea totală a stratului productiv și numărul de orificii care au pătruns în acesta.

III. Fisura circulară cu deschidere variabilă

Este posibil să se realizeze în apropierea găurii de sondă o fisură circular plană. În aceasta fluidul se poate mișca laminar sau turbulent. Pentru cazul cel mai simplu, cînd mișcarea este laminară, se cunoaște relația între gradientul de presiune în lungul razei $\dfrac{\partial p}{\partial r}$ și debitul Q care se scurge între fețele fisurii circular plane :

$$Q = -\frac{\pi h^3}{6\mu} r \frac{\partial p}{\partial r}, \tag{7}$$

h fiind distanța dintre fețele fisurii. La o anumită rază r, între viteza medie și debitul Q, este relația :

$$Q = 2\pi r h v_m. \tag{8}$$

Introducînd acest rezultat în relația (7) se obține :

$$v_m = -\frac{h^2}{12\mu} \frac{\partial p}{\partial r} \tag{9}$$

Comparînd rezultatul obținut cu viteza de filtrare printre fețele celor două plane se găsește valoarea permeabilității :

$$k = -\frac{h^2}{12}, \tag{10}$$

rezultat ce este identic cu acela de la o fisură rectilinie cu fețele plan paralele. Este greu de imaginat că într-un zăcămînt se formează asemenea fisuri circulare. Este de așteptat că la distanța $r_s + L$ față de axul sondei fisura să aibă fețele unite. Deschiderea cea mai mare a fisurii este la raza sondei r_s, unde se presupune că are valoarea h_1. Pentru a calcula permeabilitatea medie, k_{med}, deci și deschiderea medie, h_m, a fisurii se admite că, începînd cu raza r_s, unde deschiderea este h_1 pînă la raza $r_s + L$ cu deschiderea h_2, fețele fisurii se apropie uniform unele de altele. Se poate considera că fisura reală este formată dintr-o infinitate de tronsoane cu deschiderea h_x (fig. 1).

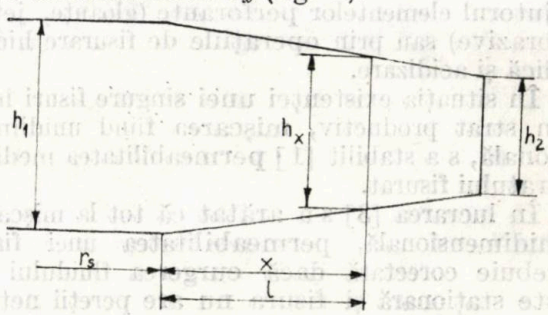


Fig. 1

În acest caz permeabilitatea medie va fi :

$$k_m = \frac{\ln \dfrac{r_s + L}{r_s}}{\displaystyle\int_{r_s}^{r_s+L} \frac{\ln \dfrac{x + dx}{x}}{k_x}}, \tag{11}$$

unde k_x este permeabilitatea la distanța x măsurată de la punctul de unde fisura s-a format. La această distanță deschiderea fisurii va fi :

$$h_x = h_1 \left[1 - \frac{x - r_s}{L}\left(1 - \frac{h_2}{h_1}\right)\right], \tag{12}$$

și din acest motiv permeabilitatea k_x are mărimea:

$$k_x = \frac{h_1^2}{12}\left[1 - \frac{x - r_s}{L}\left(1 - \frac{h_2}{h_1}\right)\right]^2. \quad (13)$$

Se poate aproxima numitorul de la integrala (11) sub forma:

$$\ln\frac{x+dx}{x} \approx \frac{dx}{x}. \quad (14)$$

Cu acest rezultat, integrala din expresia permeabilității medii va fi:

$$\int_{r_s}^{r_s+L} \frac{\ln\dfrac{x+dx}{x}}{k_x} = \frac{12}{h_1^2}\int_{r_s}^{r_s+L} \frac{dx}{(a-bx)^2}, \quad (15)$$

unde s-a notat:

$$a = 1 + \frac{r_s}{L}\left(1 - \frac{h_2}{h_1}\right) \quad \text{și} \quad b = \frac{1}{L}\left(1 - \frac{h_2}{h_1}\right).$$

Dacă se efectuează integrala din relația (15) și se înlocuiește rezultatul în expresia permeabilității medii se obține valoarea acesteia:

$$k_m = \frac{h_1^2}{12} \cdot \frac{\ln\left(1 + \dfrac{L}{r_s}\right)}{\dfrac{1}{a^2}\ln\dfrac{h_1}{h_2}\left(1 + \dfrac{L}{r_s}\right) + \dfrac{1}{a}\left(\dfrac{h_1}{h_2} - 1\right)}. \quad (16)$$

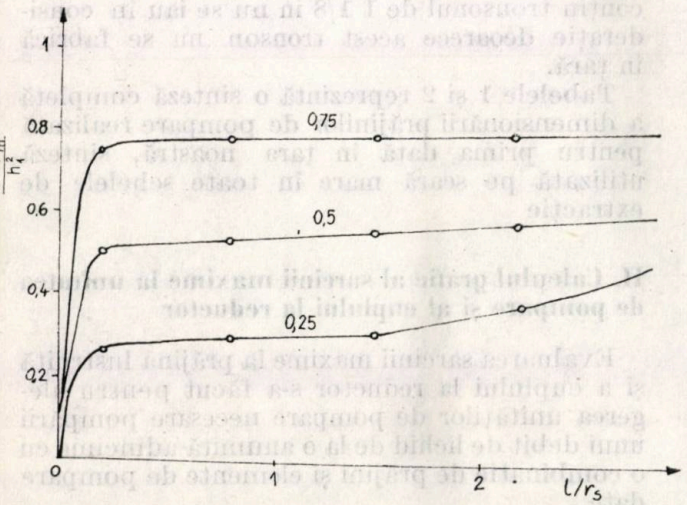


Fig. 2

În figura 2 se redau valorile termenului $12\,k_m/h_1^2$ în funcție de raportul $\frac{h_2}{h_1}$ și $\frac{L}{r_s}$.

Se observă că pentru valori foarte mari ale lui L, $a = 1$, $h_1 = h_2$ și $k_m = \frac{h_1^2}{12}$.

Pentru $L = 0$, ceea ce înseamnă de fapt inexistența fisurii, permeabilitatea acesteia este nulă.

Creșteri însemnate ale parametrului $12\,k_m/h_1^2$ au loc la valori mai mari ale raportului h_2/h_1. Creșterea aceluiași parametru este nesemnificativă la mărirea raportului L/r_s. Din acest motiv, pentru obținerea unei permeabilități medii mărite a fisurii, sînt necesare lungimi ale acesteia suficient de mici. Pentru a calcula permeabilitatea medie a stratului productiv în care s-a format o asemenea fisură se pot aplica relațiile existente în literatura de specialitate [4], considerînd că fisura cu deschidere variabilă are o permeabilitate medie, care se poate calcula cu relația (16). Deschiderea medie a fisurii echivalente se deduce din relația:

$$\frac{h_m}{h_1} = \sqrt{\frac{\ln\left(1 + \dfrac{L}{r_s}\right)}{\dfrac{1}{a^2}\ln\dfrac{h_1}{h_2}\left(1 + \dfrac{L}{r_s}\right) + \dfrac{1}{a}\left(\dfrac{h_1}{h_2} - 1\right)}} \quad (17)$$

În practică asemenea fisuri au probabil $h_2 = 0$, ceea ce ar însemna că la aceste distanțe să se creeze gradienți de presiune foarte mari. Datorită situației menționate, debitele care traversează fisura circulară în zona unde aceasta se închide se reduc foarte mult; fluidul pătrunde în fisură prin pereții acesteia sau iese din aceasta tot prin pereți.

Concluzii

În jurul găurii de sondă pot fi realizate permeabilități mărite prin perforarea, acidizarea sau fisurarea stratului productiv. În situația unor canale realizate, de exemplu prin perforare, se calculează permeabilitatea acestora, precum și permeabilitatea medie a stratului.

De asemenea, se calculează permeabilitatea medie a unei fisuri cu deschiderea variabilă.

Bibliografie

[1] Ioachim, Gr. *Extracția petrolului și gazelor.* Ed. tehnică, București, 1965, p. 504—505.

[2] Oroveanu, T., Stan, Al. D. *Exploatarea unui zăcămînt fisurat la presiuni diferențiale mari.* St. cerc. mec. apl., Tom. 37, 1978, pp. 191—198.

[3] Stan, Al. D. *Asupra noțiunii de permeabilitate a unei fisuri deschise într-un zăcămînt petrolier.* St. cerc. mec. apl., Tom. 36, nr. 3, 1977, pp. 325—334.

[4] Creț u, I. *Hidraulică generală și subterană.* Ed. didactică și pedagogică, București, 1971, p. 62.

Dimensionarea garniturilor de prăjini de pompare (I)

Stabilirea componentei garniturii de prăjini de pompare și a parametrilor nominali ai unităților

Dr. ing. **N. Petre**
I.C.P.P.G. Cîmpina

I. Sinteza rezultatelor calculelor analitice privind dimensionarea prăjinilor de pompare

Dimensionarea prăjinilor de pompare s-a făcut la solicitări variabile, după metoda coeficienților de siguranță egali la partea superioară a fiecărui tronson.

Modelul matematic a fost analizat în detaliu în lucrarea [1].

Rezultatele prelucrării pe calculatoare numerice a unui număr însemnat de variante a permis să se sintetizeze rezultatele în două tabele după care se pot alege rapid procentele de prajini de pompare pe dimensiuni și calități de oțel, din care sînt confecționate acestea (tab. 1 și 2).

Tabelul 1 este întocmit pentru prăjinile de pompare confecționate din oțelurile 35 M 16 (uzual) și 20 MoN 35 (pentru medii corozive), care au caracteristici mecanice și de rezistență similare, iar tabelul 2 pentru oțelul 41 MoC 11, recomandat pentru sarcini mari de pompare.

Tabelele conțin, în afară de procentele de prăjini de pompare la toate combinațiile din garnitură (1 1/8 + 1 ; 1 1/8 + 1 + 7/8 ; 1 + 7/8 ; 1 + 7/8 + 3/4 ; 7/8 + 3/4 + 5/8 ; 3/4 + 7/8 ; 3/4 + 5/8 in) și unice (1 1/8 ; 1 ; 7/8 ; 3/4 și 5/8 in) pentru toate pompele de extracție existente pe plan mondial (cu pistoane de 1 1/16 ; 1 1/4 ; 1 1/2 ; 1 3/4 ; 2 ; 2 1/4 ; 2 3/4 ; 3 1/4 și 3 3/4 in), greutatea unitară a combinației de prăjini de pompare pe dimensiuni, adîncimile maxime de fixare ale pompelor de extracție (ambele valori sînt maxime pentru sarcini nominale diferite ale unităților de pompare), debitele maxime (la adîncimi maxime mai mici debit mai mare și la adîncimi maxime mai mari debit mai mic) și coeficientul de alungire al garniturii de prăjini. Datele de mai sus sînt modificate pe grupe dinamice (I, IV) în funcție de lungimea de cursă, număr de curse/min, raportul dintre lungimile manivelei și bielei și coeficientul de dinamicitate. Grupa dinamică se determină din nomograma prezentată în ambele tabele, plecînd de la lungimea de cursă la unitatea de pompare, ridicînd o verticală pînă la numărul de curse/min, trasînd o orizontală la raportul r/l, menționat anterior, și apoi ducînd o verticală în grupa dinamică I — IV.

Pentru fiecare dimensiune de piston al pompei de extracție, grupele dinamice I — IV se găsesc în tabelele 1 și 2 sub denumirea de coloane și sînt notate cu 1 — 4.

Față de poziționarea liniei de stabilire a grupei (coloanei) dinamice, centrală sau către limitele domeniului coloanei, pot apare erori în aprecierea procentului de prăjini din garnitură de 1 — 5%, cu valori foarte mici pentru poziții centrale în coloană și pompe mici și cu valori acceptabile pentru poziții extreme în coloană și pompe mari. Erorile sînt relativ mici din punct de vedere practic, deoarece însumarea lor poate fi sub lungimea unei prăjini de pompare (7,65 sau 9,15 m).

În tabelele 1 și 2 se pleacă de la lungimea de cursă, $s = 2$ m, număr de curse/min, $n = 12$, și raportul $r/l_1 = 0{,}2$, găsindu-se în final grupa dinamică.

Presupunînd că adîncimea de pompare este de cca 1 900 m și debitul estimat de 24 m³/zi, se poate alege combinația 1 + 7/8 + 3/4 in, care pentru pistonul cu diametrul de 1 3/4 in (pompă TB 2 3/8 × 1 3/4 sau pompă P 2 7/8 × 1 3/4), așa cum rezultă din tabelul 1 coloana 2, posedă următoarele procente: 28,9 ; 31,6 și respectiv 39,5. Combinațiile de prăjini care conțin tronsonul de 1 1/8 in nu se iau în considerație deoarece acest tronson nu se fabrică în țară.

Tabelele 1 și 2 reprezintă o sinteză completă a dimensionării prăjinilor de pompare realizată pentru prima dată în țara noastră, sinteză utilizată pe scară mare în toate schelele de extracție

II. Calculul grafic al sarcinii maxime la unitatea de pompare și al cuplului la reductor

Evaluarea sarcinii maxime la prăjina lustruită și a cuplului la reductor s-a făcut pentru alegerea unităților de pompare necesare pompării unui debit de lichid de la o anumită adîncime cu o combinație de prăjini și elemente de pompare date.

În figura 1 se prezintă două nomograme pentru evaluarea greutății lichidului (primul termen din relația de calcul a sarcinii minime), iar a doua nomogramă se utilizează la evaluarea produsului:

$$H \cdot q_{mp} \left[\frac{S \cdot n^2}{1\,790} \left(1 + \frac{r}{l_1} \right) + b + f \right],$$

(al doilea termen al relației de calcul a sarcinii maxime).

Greutatea lichidului se găseşte introducînd în nomogramă la diametrul pistonului (sau secţiunea lui), coborînd o verticală la adîncimea de pompare şi apoi o orizontală la greutatea specifică medie a lichidului extras. De la această intersecţie se coboară o verticală citindu-se în abscisă valoarea greutăţii lichidului.

Pentru determinarea celui de-al II-lea termen se intră în nomogramă în abscisă la lungimea de cursă, se ridică o verticală la numărul de curse/min, o orizontală la valoarea raportului r/l_1 şi o verticală la adîncimea de pompare. Din acest ultim punct de intersecţie se trasează o orizontală la greutatea unitară medie ponderată a prăjinilor de pompare, preluată din tabelele 1 şi 2 şi, cu ajutorul unei verticale, se găseşte în abscisă valoarea celui de-al II-lea termen.

Valorile obţinute în cele două nomograme se însumează pentru obţinerea sarcinii maxime la unitatea de pompare [2].

Cu valoarea sarcinii maxime din figura 1 se intră în abscisă în figura 2, se ridică o verticală la lungimea de cursă (în cm) şi apoi, cu o orizontală pînă la ordonată, se determină cuplul maxim la reductor.

Cunoscînd sarcina maximă, cuplul şi elementele de pompare (lungimea de cursă şi numărul de curse/min) se poate alege echipamentul de pompare astfel încît valorile calculate să fie inferioare celor nominale ale unităţii de pompare, respectiv ale reductorului [2; 3].

III. Calculul grafic al debitului de lichid extras

Alungirea prăjinilor de pompare se determină analitic prin multiplicarea coeficientului de alungire (tab. 1 şi 2) cu pătratul adîncimii de pompare (în m) sau grafic cu ajutorul figurii 3.

Pentru determinarea, cu metoda grafică, se pleacă din abscisă de la coeficientul de alungire cu o verticală pînă la adîncimea de fixare a pompei şi apoi cu o orizontală găsim în ordonată valoarea alungirii prăjinilor de pompare. În acest mod se evaluează alungirea întregii garnituri de pompare.

Este posibil însă să nu se ia în considerare coeficientul de alungire din tabelele 1 sau 2 şi să determinăm alungirea fiecărui tronson de prăjini de pompare şi de ţevi de extracţie separat, iar prin însumarea valorilor obţinute să calculăm alungirea totală (fig. 4).

Relaţia pentru calculul cursei pistonului (de adîncime) este următoarea :

$$S_{pist} = S \cdot K - \lambda \qquad (1)$$

în care :

$$K = 1 + \frac{2{,}27\,(H \times n)^2}{10^4} \qquad (2)$$

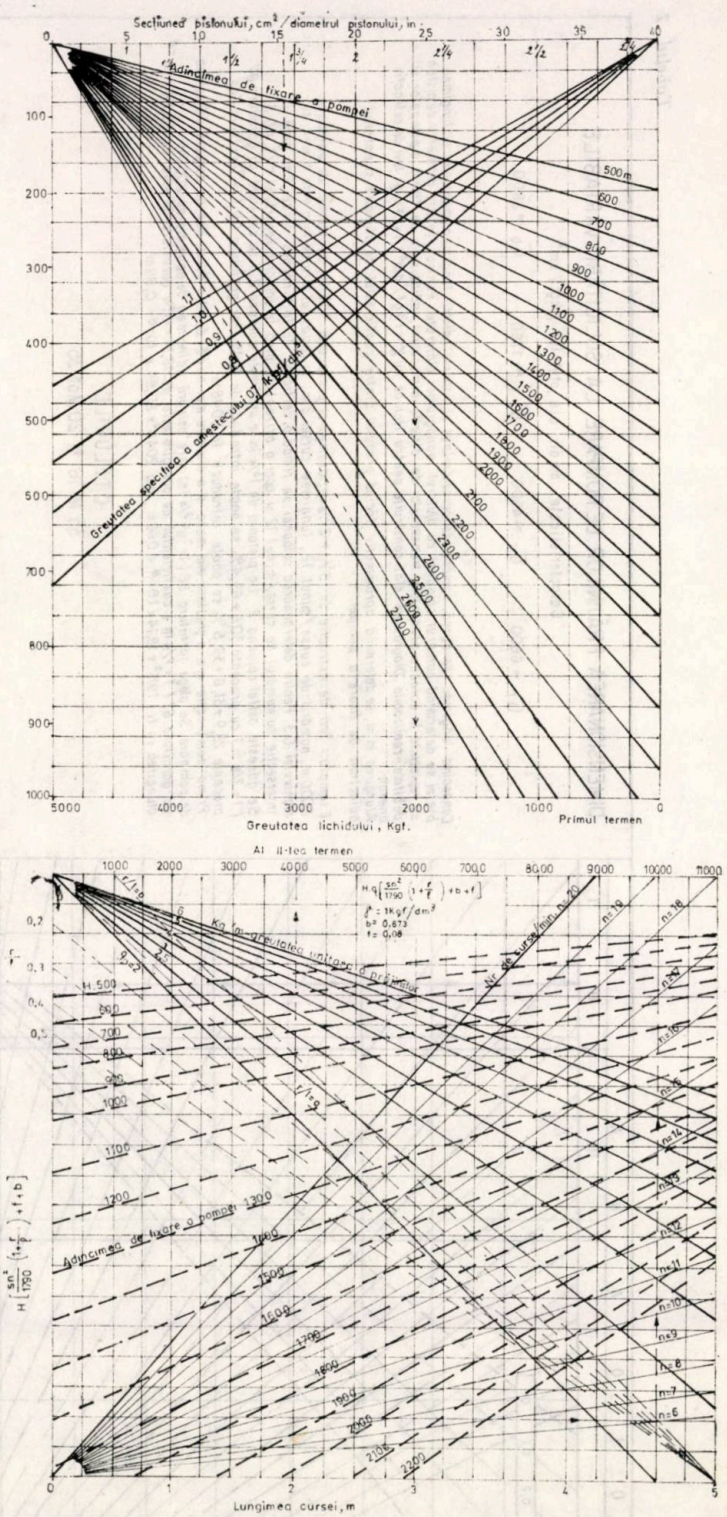
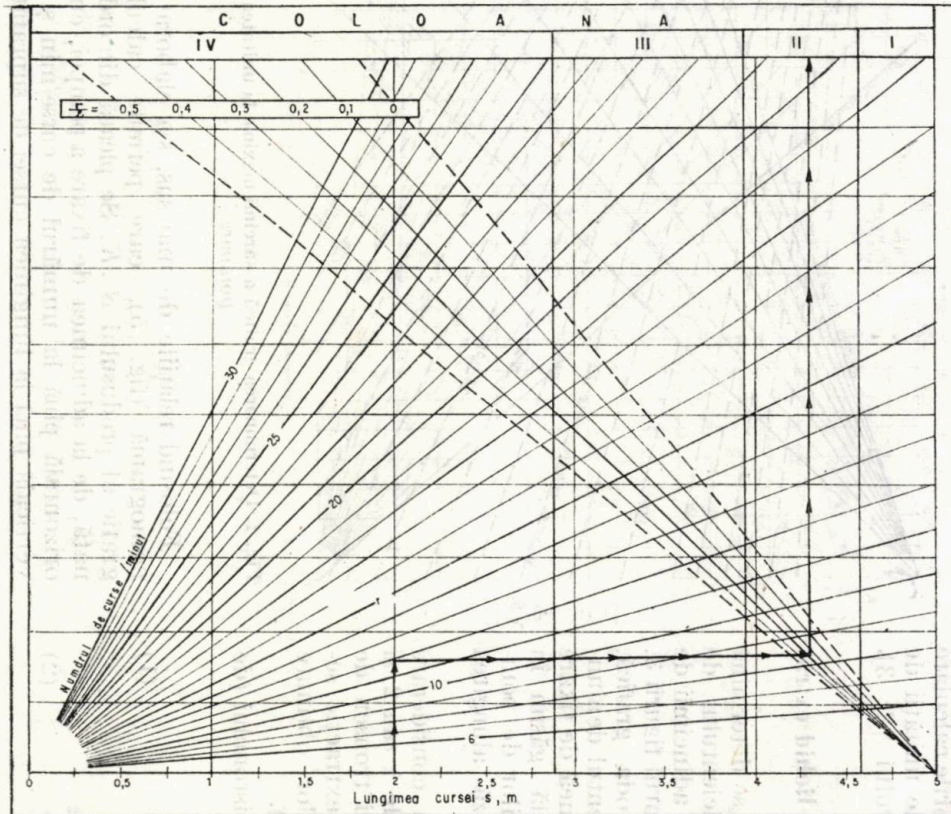


Fig. 1. Determinarea grafică a sarcinii maxime la unitatea de pompare

Folosind relaţiile de mai sus, s-a elaborat o nomogramă (fig. 5), care permite calculul grafic al produsului $S \cdot K$. Se pleacă din ordonată, de la adîncimea de fixare a pompei, cu o orizontală pînă la numărul de curse/min şi o verticală pînă la lungimea cursei de suprafaţă.

Tabelul 1



DIMENSIONAREA PRĂJINILOR DE POMPARE LA SOLICITĂRI VARIABILE

Caracteristicele medii ale oţelului ; kgf/cm²

$\sigma_r = 6600$ $\sigma_c = 4500$ $\sigma_{-1} = 1780$ $\sigma_o = 2800$

Cunoscînd lungimea de cursă, numărul de curse/minut şi raportul dintre lungimea manivelei şi lungimea bielei se determină numărul coloanei cu ajutorul nonogramei alăturate. Pentru fiecare diametru de piston se reprezintă în coloane procentele tronsoanelor de diferite dimensiuni, adîncimile de fixare a pompelor şi debitele realizabile. Diagramele sînt construite pentru lichide cu $\gamma = 1$ kgf/dm³; $\eta_V = 1$ şi ţevi de extracţie anexate.

Alungirea în m, se determină aproximativ făcînd produsul dintre coeficientul de alungire şi pătratul adîncimii de fixare a pompei.

Exemplu : Ţevi de extracţie de 3½ + 2⅞ in, diametrul pistonului 1¾ in, adîncimea de pompare 2000 m, numărul de curse/minut 12, lungimea cursei 2 m, şi raportul dintre lungimile bielei şi manivelei 0,3. Pentru determinarea coloanei se ridică o verticală de la lungimea cursei 2m pînă la intersecţia cu numărul de curse/minut 12 şi apoi o orizontală pînă la valoarea raportului r/L = 0,3 Se găseşte astfel coloana 2. La pistonul de 1¾ in se urmăreşte coloana 2 şi se constată că garnitura 87 (1+⅞ in) cu procente 30,6+69,4% se poate introduce la 1915, iar garnitura 86 (1+⅞+¾ in) de procente 28,9+31,6+39,5% se poate introduce la 2048 m.

Prima combinaţie are o greutate mai mare şi o alungire mai mică decît a doua, dar nu asigură adîncimea de pompare. Se alege garnitura 86 (1+⅞+¾ in) care asigură adîncimea de pompare de 2000 m. La garnitura 87 (1+⅞ in) coeficientul de alungire este de $18,14 \times 10^{-8}$ la garnitura 86 este de $20,84 \times 10^{-8}$ alungirea va fi : $1915^2 \times 18,14 \times 10^{-8} = 0,66$ m, sau $2048^2 \times 20,84 \times 10^{-8} = 0,88$ m

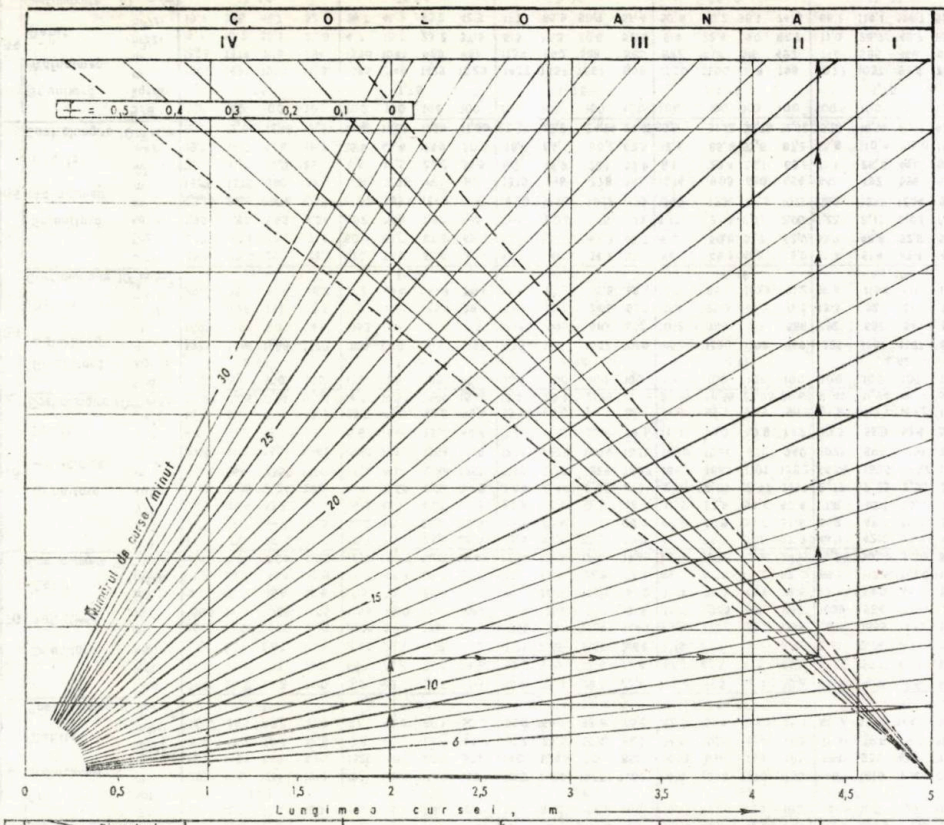
OŢELURILE
35 M 16 şi 20 MoN 35

Grupa	Diametrul piston / Coloana / Garnitura prăjini de pomp.		1 1/16				1 1/4				1 1/2				1 3/4				2				2 1/4				2 1/2				2 3/4				3 1/4				3 3/4			
			1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
	1 1/8		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
99	Gr. unitară	Kgf/m									5,25				5,25				5,25				5,25				5,25				5,25				5,25				5,25			
	Adîncimi	m									1946	1877	1645	1259	1824	1764	1557	1185	1701	1649	1467	1109	1581	1535	1376	1035	1465	1425	1287	962	1355	1321	1202	893	1156	1131	1043	767	987	969	819	659
		m									1779	1248	837	855	1366	1121	835	804	1275	1038	791	753	1118	897	746	702	1044	834	691	653	938	748	659	626	714	635	544	520	585	560	464	446
	Debite	m^3/zi									40,3	71,1	101,8	867	53,7	94,8	136,9	114,9	68,9	121,4	176,7	146,4	85,9	151,6	221,4	181,3	104,8	185,6	271,0	219,8	128,3	223,3	325,7	262,9	181,8	310,8	450,6	364,5	245,2	414,5	596,9	484,1
		m^3/zi									19,2	28,0	46,9	71,8	25,2	36,9	61,9	96,1	28,4	46,8	78,5	123,6	29,8	57,9	96,7	154,3	36,3	70,1	116,7	188,2	43,5	75,2	128,9	190,9	60,4	115,0	189,1	310,6	65,1	135,4	200,5	410,2
	Coef. alungire	10^{-8} m/m²									8,82				11,99				15,67				19,82				24,50				29,8				41,50				54,97			
	1 1/8						21,9	20,8	19,6	19,0	24,2	22,6	20,9	20,1	26,9	25,1	22,4	21,4	30,2	27,3	24,2	22,8	33,8	30,1	26,2	24,4	37,8	33,3	28,4	26,2	42,3	36,7	30,8	28,2	52,7	44,8	36,3	32,8	65,1	54,1	42,9	38,0
	1						78,1	79,2	80,4	81,0	75,8	77,4	79,1	79,9	73,1	74,9	77,6	78,6	69,8	72,7	75,8	77,2	66,2	69,9	73,8	75,6	62,2	66,7	71,6	73,8	57,7	63,3	69,2	71,8	47,3	55,2	63,7	67,2	34,9	45,9	57,1	62,0
98	Gr. unitară	kgf/m					4,40	4,39	4,37	4,37	4,42	4,41	4,39	4,38	4,45	4,43	4,40	4,39	4,49	4,35	4,42	4,45	4,53	4,49	4,44	4,43	4,57	4,52	4,47	4,44	4,62	4,56	4,50	4,47	4,73	4,65	4,56	4,52	4,87	4,75	4,63	4,57
	Adîncimi	m					2402	2315	2022	1555	2236	2160	1902	1450	2069	2004	1779	1348	1906	1850	1656	1247	1748	1700	1534	1178	1602	1562	1420	1056	1466	1432	1310	969	1226	1202	1114	816	1026	1014	843	690
		m					2195	1596	1114	1054	2046	1397	1056	985	1550	1235	979	915	1375	1131	900	846	1262	1000	825	778	1118	888	755	716	959	832	690	657	757	707	577	553	604	593	484	467
	Debit	m^3/zi					28,0	50,5	72,6	51,7	38,9	70,4	102,4	87,9	51,4	92,9	136,8	115,1	65,6	118,5	175,8	145,2	81,7	147,9	219,5	178,4	102,2	181,2	268,2	215,0	125,2	218,5	322,1	260,9	179,0	305,5	445,6	360,1	242,9	409,4	591,2	476,9
		m^3/zi					13,0	24,0	33,8	63,6	17,7	29,7	46,4	72,5	22,9	34,7	60,3	96,2	21,9	43,6	75,5	123,0	27,2	53,7	92,2	152,8	33,1	65,0	110,7	185,8	40,0	77,7	131,2	260,9	68,6	120,4	210,1	305,9	46,0	104,7	173,8	404,6
	Coef. de alungire	10^{-8} m/m²					7,41	7,43	7,45	7,45	10,51	10,55	10,58	10,60	14,21	14,26	14,35	14,38	18,44	18,55	18,67	18,73	23,13	23,31	23,51	23,60	28,35	28,63	28,93	29,07	34,15	34,57	35,01	35,21	46,45	47,28	48,17	48,54	59,81	61,34	62,89	63,57
	1 1/8		18,4	17,3	16,4	15,9	19,8	18,6	17,2	16,6	22,3	20,5	18,6	17,8	25,2	23,2	20,3	19,1	28,9	25,2	22,2	20,7	32,8	28,2	24,4	22,5	37,1	32,1	27,8	24,4	42,0	36,9	29,4	26,6	–	43,4	36,5	31,5	–	–	42,0	37,2
	1		20,8	19,9	18,8	18,3	22,7	21,3	19,8	19,2	25,6	23,6	21,4	20,4	29,0	26,6	23,3	22,0	33,0	29,9	25,5	23,8	37,5	33,0	27,9	25,8	42,6	36,9	30,7	28,0	48,1	41,3	33,8	30,5	–	49,3	40,8	36,3	–	–	48,3	42,9
		7/8	60,8	62,8	64,8	65,8	57,5	60,1	63,0	64,2	52,1	55,9	60,0	61,8	45,8	50,2	56,4	58,9	38,1	44,9	52,3	55,5	29,7	38,8	47,7	51,7	20,3	31,0	42,5	47,6	9,9	22,8	36,8	42,9	–	7,3	23,7	32,2	–	–	9,7	19,9
97	Gr. unitară	kgf/m	3,79	3,78	3,73	3,71	3,83	3,80	3,76	3,74	3,91	3,86	3,80	3,77	4,00	3,94	3,85	3,81	4,12	4,01	3,91	3,86	4,24	4,10	3,98	3,92	4,37	4,22	4,10	3,98	4,52	4,39	4,13	4,05	–	4,56	4,38	4,20	–	–	4,53	4,38
	Adîncimea	m	2842	2751	2399	1843	2675	2594	2287	1768	2471	2396	2125	1614	2246	2182	1951	1472	2047	2009	1808	1355	1838	1808	1654	1233	1658	1633	1510	1119	1502	1483	1377	1015	–	1201	1053	841	–	–	815	697
		m	2596	1888	1354	1252	2446	1714	1279	1187	2263	1506	1174	1096	1683	1355	1066	999	1536	1192	975	919	1321	1040	921	856	1116	963	797	758	996	849	720	688	–	736	593	570	–	–	458	472
	Debite	m^3/zi	9,2	15,7	25,2	39,8	12,0	22,9	33,6	52,4	15,9	28,0	45,1	72,7	20,6	30,7	57,8	95,6	20,0	40,3	71,6	119,0	25,4	50,1	87,3	150,5	31,7	61,6	105,0	182,9	39,1	67,6	125,4	218,9	–	111,9	139,9	302	–	–	228,9	402,1
		m³/zi	20,3	37,5	57,1	49,0	27,0	50,1	73,2	64,9	37,1	68,9	102,4	88,3	48,9	90,4	135,9	114,0	62,5	115,3	174,1	142,6	80,0	144,4	217,0	176,3	100,8	177,8	265,1	214,9	124,6	215,4	318,5	257,7	–	304,1	442,0	356,8	–	–	588,9	474,6

Tabelul 1 (continuare)

Garnit. prăjini de pompare	COLOANA / Diametrul piston		1 1/16				1 1/4				1 1/2				1 3/4				2				2 1/4				2 1/2				2 3/4				3 1/4				3 3/4			
			1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
88		1 in	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	Gr. unitară	kgf/m			4,16				4,16				4,16				4,16				4,16				4,16				4,16				4,16				4,16				4,16			
	Adîncimea	m	2164	2039	1778	1191	2062	1948	1704	1140	1918	1819	1609	1067	1772	1687	1505	992	1629	1557	1400	917	1492	1432	1298	845	1364	1313	1200	777	1246	1204	1106	714	1040	1011	888	601	872	851	723	508
	Debite	m^3/zi	1970	1523	879	1154	1831	1404	838	1104	1754	1248	840	1033	1632	1104	772	960	1415	907	746	887	1185	839	709	738	1003	759	661	751	857	672	606	689	623	563	508	581	499	499	420	490
		m^3/zi	7,2	14,6	24,3	38,4	9,5	18,3	32,9	52,0	12,8	26,2	43,3	72,8	16,6	33,7	53,8	96,3	20,7	42,0	64,2	122,7	25,5	51,2	79,6	152,1	30,9	61,6	97,0	184,6	37,1	73,3	117,1	220,4	52,2	101,0	175,3	302,6	73,1	160,6	260,0	399,1
	Coef. alungire	10^{-8} m/m	20,9	36,7	53,6	43,8	28,3	49,8	72,9	59,6	39,6	70,0	102,6	83,8	52,8	93,2	136,8	111,5	67,8	119,4	175,4	142,8	84,8	148,6	218,7	177,7	103,7	181,1	266,8	216,5	124,9	217,1	320,0	259,2	175,8	301,0	442,1	357,1	239,0	405,6	596,0	472,4
					5,55				7,75				11,05				15,03				19,63				24,82				30,69				37,33				51,98				68,83			
87		1	24,4	23,1	21,8	21,3	26,5	24,9	23,1	22,3	29,9	27,5	25,0	23,8	34,0	30,6	27,3	25,6	38,7	34,3	29,9	27,7	44,0	38,4	32,8	30,0	49,8	43,0	35,9	32,6	56,4	48,1	39,5	35,5	71,7	59,7	47,7	42,2	88,7	74,3	57,3	50,0
		7/8	75,6	76,9	78,2	78,7	73,5	75,1	76,9	77,7	70,1	72,5	75,0	76,2	66,0	69,4	72,7	74,4	61,3	65,7	70,1	72,3	56,0	61,6	67,2	70,0	50,2	57,0	64,1	67,4	43,6	51,9	60,5	64,5	28,3	40,3	52,3	57,8	11,3	25,7	42,7	50,0
	Gr. unitară	kgf/m	3,45	3,44	3,42	–	3,47	3,45	3,44	3,43	3,50	3,48	3,45	3,44	3,54	3,51	3,48	3,46	3,58	3,54	3,50	3,48	3,63	3,58	3,53	3,50	3,69	3,62	3,56	3,53	3,75	3,67	3,59	3,55	3,89	3,78	3,67	3,62	4,05	3,92	3,76	3,69
	Adîncimea	m	2558	2415	2121	1420	2397	2282	2011	1337	2199	2097	1865	1231	2001	1915	1722	1498	1813	1742	1580	1030	1633	1578	1448	938	1474	1428	1318	851	1328	1292	1202	772	1085	1061	921	636	892	877	741	528
		m	2332	1756	1133	1375	1853	1596	1150	1294	1706	1392	1027	1192	1443	1210	930	1093	1414	1019	879	996	1214	916	799	907	1021	800	720	822	812	701	648	745	627	600	528	614	507	497	435	510
	Debite	m^3/zi	6,5	13,9	26,2	39,8	10,1	18,6	32,9	53,1	13,5	25,1	42,5	73,1	12,8	20,7	51,9	57,5	20,3	40,0	61,1	120,6	25,4	49,1	75,8	148,5	31,4	61,6	93,4	179,6	38,5	74,0	134,2	214,3	51,8	112,2	192,2	295,0	84,5	159,0	255,8	391,7
		m^3/zi	20,4	36,8	54,9	45,1	27,2	49,4	73,8	60,6	37,6	64,8	102,7	84,1	50,1	90,4	135,6	110,8	64,1	115,0	177,6	140,8	80,4	142,8	214,6	174,4	98,8	174,0	261,4	211,9	119,8	209,0	313,5	253,5	173,0	294,4	434,2	350,0	229,9	386,2	577,9	464,9
	Coef. alungire	10^{-8} m/m	6,81	6,83	6,85	6,86	9,46	9,49	9,54	9,55	13,37	13,45	13,53	13,57	17,99	18,14	18,29	18,37	23,23	23,49	23,75	23,88	28,96	29,39	29,81	30,02	35,29	35,92	36,57	36,87	42,24	43,13	44,08	44,53	56,3	58,24	60,1	60,96	71,8	74,14	77,64	79,14
86		1	21,8	20,4	19,1	18,5	24,1	22,4	20,5	19,5	28,1	25,3	22,6	21,2	32,6	28,9	25,0	23,2	37,8	32,8	28,0	25,5	44,1	37,4	31,1	28,2	47,0	42,4	34,7	31,0	–	46,4	38,5	34,3	–	–	44,8	41,6	–	–	–	–
		7/8	24,0	22,4	20,9	20,3	26,7	24,6	22,4	21,5	30,8	27,8	24,7	23,3	35,7	31,6	27,4	25,5	41,3	36,0	30,6	28,0	47,3	41,0	34,0	30,8	52,1	46,6	37,9	34,0	–	49,8	42,4	37,7	–	–	49,2	45,7	–	–	–	–
		3/4	54,2	57,2	59,9	61,2	49,2	53,0	57,1	59,0	41,1	46,9	52,7	55,5	31,7	39,5	47,6	51,3	20,9	31,2	41,4	46,5	86	21,6	34,9	41,0	0,9	11,0	27,4	35,0	–	4,8	19,1	28,0	–	–	6,0	12,7	–	–	–	–
	Gr. unitară	kgf/m	2,99	2,95	2,92	2,90	3,05	3,01	2,96	2,93	3,16	3,08	3,01	2,98	3,27	3,18	3,07	3,03	3,41	3,28	3,15	3,08	3,56	3,40	3,23	3,16	3,65	3,53	3,33	3,23	–	3,65	3,43	3,32	–	–	3,59	3,51	–	–	–	–
	Adîncimea	m	2877	2731	2402	1598	2660	2539	2250	1494	2387	2294	2063	1360	2125	2048	1870	1222	1890	1836	1685	1094	1671	1632	1517	980	1452	1463	1344	882	–	1265	1175	787	–	–	840	638	–	–	–	–
		m	2627	1934	1375	1548	2060	1726	1282	1446	1807	1480	1164	1316	1655	1261	1044	1182	1459	1078	932	1058	1132	930	831	947	1154	807	743	852	–	727	659	760	–	–	529	615	–	–	–	–
	Debite	m^3/zi	5,5	12,8	25,7	40,7	8,8	17,2	32,0	53,5	10,9	22,4	41,4	72,5	14,5	28,7	53,3	93,6	19,0	36,3	58,5	117,5	24,8	46,2	73,2	144,7	55,1	58,2	108,6	175,4	–	97,4	132,8	210,4	–	–	229,3	233,0	–	–	–	–
		m^3/zi	19,6	36,5	55,7	45,9	25,9	48,5	74,0	61,0	37,8	68,6	101,7	83,5	47,8	87,2	133,3	109,1	61,9	111,1	169,5	138,0	78,9	138,9	210,6	170,9	96,1	170,6	257,1	208,0	–	207,3	309,6	249,9	–	–	432,8	368,1	–	–	–	–
	Coef. alungire	10^{-8} m/m	8,18	8,28	8,36	8,41	11,20	11,37	11,55	11,64	15,43	15,81	16,18	16,37	20,16	20,84	21,56	21,85	25,10	26,28	27,45	28,04	29,91	31,84	33,76	34,65	40,0	37,47	40,4	41,77	–	44,59	47,35	49,29	–	–	61,93	63,97	–	–	–	–
77		7/8	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	Gr. unitară	kgf/m			3,22				3,22				3,22				3,22				3,22				3,22				3,22				3,22				3,22				3,22			
	Adîncimea	m	2094	1964	1731	1012	1971	1856	1646	958	1803	1706	1527	1256	1638	1558	1470	1150	1482	1416	1290	1047	1337	1283	1179	951	1206	1161	1075	893	1087	1051	978	810	886	870	785	668	733	714	648	555
		m	1616	1189	849	975	1526	1130	800	924	1402	1047	775	852	1049	898	738	781	904	832	692	712	846	725	642	648	770	634	611	588	658	574	553	534	495	378	412	440	418	374	358	366
	Debite	m^3/zi	5,9	13,0	20,1	32,8	7,8	17,2	21,4	44,2	10,7	23,5	36,4	61,5	14,0	30,6	43,6	81,2	17,8	38,6	59,2	103,4	21,3	47,7	73,4	128,3	26,2	58,1	90,4	156,0	34,8	69,9	109,7	186,7	47,2	103,8	155,7	257,7	69,4	143,9	211,2	334,8
		m^3/zi	20,5	36,1	49,2	37,1	27,7	49,0	66,1	50,3	39,0	68,7	92,8	73,2	52,0	91,4	123,5	95,1	66,9	117,3	144,3	120,1	84,0	146,4	179,8	149,6	103,2	179,0	239,0	209,0	124,7	215,2	239,0	240,5	175,0	267,5	391,9	343,4	235,2	375,6	529,4	455,6
	Coef. alungire	10^{-8} m/m			7,21				10,07				14,35				19,52				25,5				32,24				39,87				48,49				67,52				89,44			
76		7/8	28,6	26,8	24,9	24,0	31,7	29,2	26,7	25,4	36,8	33,0	29,4	27,6	42,2	37,5	32,5	30,3	48,9	42,8	36,5	33,0	56,6	48,7	40,2	36,5	65,1	55,3	45,3	40,5	74,5	62,7	50,5	44,5	94,2	79,5	62,5	54,0	–	92,7	76,5	65,1
		3/4	71,4	73,2	75,1	76,0	68,3	70,8	73,3	74,6	63,2	67,0	70,6	72,4	57,8	62,5	67,4	69,7	51,1	57,2	63,5	67,0	43,4	51,3	59,8	63,5	34,9	44,7	54,7	59,5	25,5	37,3	49,5	55,5	9,8	20,5	32,8	46,0	–	7,3	23,5	34,9
	Gr. unitară	kgf/m	2,65	2,63	2,62	2,61	2,67	2,65	2,63	2,62	2,71	2,68	2,66	2,64	2,76	2,72	2,68	2,66	2,81	2,76	2,71	2,68	2,87	2,81	2,74	2,71	2,94	2,86	2,78	2,74	3,02	2,92	2,82	2,78	3,17	3,06	2,92	2,85	–	3,16	3,03	2,94
	Adîncimea	m	2461	2322	2056	1198	2278	2158	1931	1119	2045	1947	1759	1440	1821	1742	1587	1295	1615	1555	1429	1158	1430	1388	1288	1074	1271	1237	1095	961	1129	1106	999	859	900	890	800	693	–	673	641	546
		m	1903	1412	1066	1155	1768	1320	1029	1080	1594	1202	921	918	1174	1035	820	880	1039	886	727	788	928	762	646	707	782	679	596	633	665	620	528	568	511	476	442	457	–	375	382	373
	Debit	m^3/zi	9,6	12,2	19,4	33,6	7,3	15,7	25,5	44,6	9,1	20,9	33,8	61,0	11,9	26,3	43,1	79,5	15,3	34,0	54,2	100,5	19,6	40,8	68,5	124,3	24,6	53,1	85,5	151,5	31,1	67,7	105,2	181,2	66,4	102,7	152,5	252,0	–	183,5	210,0	337,0
		m^3/zi	19,8	35,9	49,3	37,9	26,5	48,0	66,1	50,7	39,0	68,7	92,8	72,2	49,1	87,9	115,2	92,2	63,5	112,5	147,0	117,4	80,3	140,5	156,6	165,8	99,5	172,5	223,6	200,8	121,4	185,9	221,0	214,3	173,4	253,4	390,4	333,9	–	372,9	523,2	447,4
	Coef. alungire	10^{-8} m/m	8,97	9,01	9,06	9,08	12,41	12,50	12,59	12,63	17,44	17,63	17,81	17,89	23,36	23,63	23,98	24,15	29,94	30,47	31,02	31,32	37,01	37,87	38,81	39,21	44,60	45,93	47,29	47,94	52,70	54,65	56,67	57,66	68,85	72,23	76,13	78,09	–	91,65	96,59	100,06
75		7/8	25,9	23,7	22,0	21,0	29,7	26,7	23,9	22,5	35,3	30,6	27,0	25,0	41,5	37,3	31,7	27,9	46,0	42,2	34,9	31,4	–	45,4	39,7	25,3	–	–	43,4	39,4	–	–	45,9	44,1	–	–	–	–	–	–	–	–
		3/4	29,1	26,7	24,7	23,8	33,5	30,2	27,0	25,4	39,9	35,6	30,5	28,2	47,0	40,9	34,7	31,6	52,2	47,7	39,5	35,5	–	51,4	45,0	39,7	–	–	49,2	44,6	–	–	51,9	50,0	–	–	–	–	–	–	–	–
		5/8	45,0	49,6	53,3	55,2	36,8	43,1	49,1	52,1	24,8	33,8	42,5	46,8	11,5	22,8	34,6	40,4	1,8	10,1	25,6	33,1	–	3,2	15,3	35,0	–	–	7,4	16,0	–	–	2,2	5,9	–	–	–	–	–	–	–	–
	Gr. unitară	kgf/m	2,33	3,28	2,24	2,22	2,41	2,34	2,26	2,25	2,54	2,44	2,35	2,31	2,67	2,59	2,47	2,37	2,77	2,69	2,53	2,45	–	2,76	2,64	2,39	–	–	2,72	2,63	–	–	2,77	2,73	–	–	–	–	–	–	–	–
	Adîncimea	m	2788	2640	2359	1770	2519	2412	2188	1263	2189	2110	1929	1407	1889	1881	1701	1382	1574	1595	1497	1209	–	1329	1179	1099	–	–	1048	960	–	–	888	851	–	–	–	–	–	–	–	–
		m	2162	1612	1351	1262	1960	1483	1154	1219	1613	1279	1004	1073	1230	1064	871	940	1023	894	791	823	–	784	687	724	–	–	617	633	–	–	579	560	–	–	–	–	–	–	–	–
	Debite	m^3/zi	4,5	10,2	18,7	32,1	5,6	13,0	23,6	44,4	7,7	17,5	30,8	59,6	11,1	23,3	39,8	77,2	30,3	33,0	52,4	97,7	–	62,8	68,3	121,5	–	–	113,8	149,3	–	–	164,1	180,3	–	–	–	–	–	–	–	–
		m^3/zi	18,7	35,1	49,4	38,3	25,0	46,5	62,8	50,4	35,1	64,0	80,5	68,8	47,8	85,1	95,1	90,1	61,8	110,1	144,0	114,9	–	139,7	180,2	161,3	–	–	230,5	197,9	–	–	279,8	239,7	–	–	–	–	–	–	–	–
	Coef. alungire	10^{-8} m/m	10,82	11,05	11,24	11,34	14,52	14,97	15,40	15,62	19,47	20,41	21,28	21,71	24,64	26,39	28,03	28,62	30,44	31,94	34,74	36,39	–	38,80	41,57	46,65	–	–	49,17	51,60	–	–	58,01	59,29	–	–	–	–	–	–	–	–
66		3/4	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	Gr. unitară	kgf/m			2,42				2,42				2,42				2,42				2,42				2,42				2,42				2,42				2,42				2,42			
	Adîncimea	m	1973	1848	1688	1279	1829	1721	1537	1193	1639	1552	1437	1079	1452	1390	1298	969	1296	1241	1167	868	1150	1107	1047	775	1022	987	924	693	909	882	778	620	726	712	595	500	525	512	467	408
		m	1690	1205	811	769	1553	994	841	719	1253	905	683	652	1012	780	613	588	792	692	549	528	686	648	490	474	602	566	438	425	562	491	391	424	420	377	336	342	523	209	284	279
	Debite	m^3/zi	4,7	11,8	19,0	28,7	6,0	15,2	25,1	38,7	8,0	20,2	26,5	53,9	10,4	25,9	41,9	71,5	13,3	32,4	51,8	91,4	16,8	40,1	63,3	114,0	21,4	49,3	79,1	139,4	28,0	60,6	97,8	175,4	41,1	93,5	142,4	243	57,4	133,3	210,6	325
		m^3/zi	20,1	35,5	47,8	38,2	27,2	48,0	64,8	50,8	38,3	67,3	90,8	69,6	51,3	89,7	110,3	91,2	66,4	115,4	141,7	115,4	83,6	144,7	160,8	143,2	103,3	177,7	164,2	174,3	125,3	191,7	197,2	205,1	176,9	207,2	274,8	290,5	144,7	251,7	368	388
	Coef. alungire	10^{-8} m/m			3,67				13,50				19,24				26,16				34,19				43,22				53,44				65,0				90,50				119,68			
65		3/4	35,3	32,6	29,7	28,3	40,0	36,3	32,4	30,6	47,7	42,3	36,7	33,7	56,7	49,2	42,3	38,0	61,7	57,4	47,4	42,6	79,1	65,7	54,2	47,7	91,5	76,9	61,5	53,5	97,7	88,2	69,7	59,6	–	–	88,2	74,6	–	–	96,5	91,2
		5/8	64,7	67,4	70,3	71,7	60,0	63,7	67,6	69,4	52,3	57,7	63,3	66,3	43,3	50,8	57,7	62,0	33,9	42,6	52,6	57,4	20,9	34,3	45,8	52,3	8,5	23,1	38,5	46,5	2,3	11,8	30,3	40,4	–	–	11,8	25,4	–	–	3,5	6,8
	Gr. unitară	kgf/m	1,99	1,97	1,95	1,94	2,02	1,99	1,97	1,95	2,07	2,03	1,75	1,73	2,12	2,05	2,03	2,00	2,22	2,13	2,07	2,04	2,28	2,19	2,11	2,07	2,36	2,27	2,16	2,11	2,40	2,34	2,22	2,15	–	–	2,34	2,35	–	–	2,40	2,36
	Adîncimea	m	2333	2186	2006	1745	2102	1991	1842	1391	1830	1752	1632	1229	1590	1530	1435	1075	1380	1333	1254	943	1202	1168	1075	825	1048	1023	912	707	897	900	782	641	–	–	590	509	–	–	420	411
		m	1958	1375	960	912	1760	1198	881	840	1310	996	778	745	1074	905	680	654	842	792	596	643	695	676	537	563	652	576	485	497	565	495	435	438	–	–	340	348	–	–	287	281
	Debite	m^3/zi	2,7	11,4	18,0	29,0	4,5	12,5	22,2	38,5	6,0	15,9	28,1	52,8	8,1	20,4	35,1	69,5	11,1	26,7	44,0	98,2	15,2	34,8	57,1	114,0	21,8	45,4	74,2	138,9	31,6	60,4	94,4	168,0	–	–	152,4	237,3	–	–	294,6	386,2
		m^3/zi	19,1	34,7	47,8	38,7	25,6	46,4	63,9	50,3	36,1	64,5	80,2	67,5	48,6	85,8	95,8	87,2	63,6	110,9	103,0	110,1	81,3	139,9	128,2	136,8	101,8	154,9	157,3	150,8	146,0	140,4	190,9	202,5	–	–	270,3	285,4	–	–	367,0	322,5
	Coef. alungire	10^{-8} m/m	12,23	12,34	12,46	12,51	16,82	17,03	17,25	17,35	23,37	23,8	24,24	24,48	30,81	31,62	32,36	32,82	39,28	40,16	41,56	42,23	46,93	49,3	51,34	52,49	55,3	58,5	61,87	63,63	65,62	68,15	73,08	75,77	–	–	94,88	99,93	–	–	121,6	124,21
55		5/8	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	Gr. unitară	kgf/m			1,75				1,75				1,75				1,75				1,75				1,75				1,75				1,75				1,75				1,75			
	Adîncimea	m	1801	1691	1554	1123	1635	1544	1429	1029	1427	1357	1267	908	1230	1190	1118	798	1077	1037	984	700	938	907	866	614	819	794	732	540	719	701	631	477	555	525	479	376	419	402	374	373
		m	1523	1378	986	694	1390	1041	668	637	1134	860	588	565	892	713	516	497	716	596	466	627	585	502	418	552	485	427	382	486	409	367	347	430	300	288	310	340	289	270	247	273
	Debit	m^3/zi	3,7	10,2	13,1	27,8	4,7	13,0	23,2	37,5	6,3	17,3	30,6	52,0	8,4	22,4	39,0	67,7	11,0	28,7	49,7	85,7	14,3	36,5	62,1	106,4	18,2	46,2	80,6	130,1	23,7	57,5	99,6	156,9	37,5	88,5	144,6	220,0	53,8	127,4	198,9	249,9
		m^3/zi	19,7	34,5	46,7	32,3	26,7	46,9	63,2	42,3	37,7	65,9	80,9	57,4	50,8	88,2	98,1	74,8	66,2	114,1	126,7	95,0	83,9	143,9	112,1	118,2	104,2	140,3	137,5	144,7	126,9	148,6	166,3	174,7	96,6	158,2	234,2	245,3	133,3	215,3	316,0	296,1
	Coef. alungire	10^{-8} m/m			13,54				19,04				27,14				36,9				48,21				60,95				75,35				91,66				127,61				169,0			

Tabelul 2



DIMENSIONAREA PRĂJINILOR DE POMPARE LA SOLICITĂRI VARIABILE

Caracteristicele medii ale otelului, Kgf/cm²

$\sigma_r = 8850$ $\sigma_c = 7625$ $\sigma_{-1} = 2050$ $\sigma_o = 3325$

Cunoscind lungimea de cursă, numărul de curse/minut şi raportul dintre lungimea manivelei şi lungimea bielei se determină numărul coloanei cu ajutorul nomogramei alăturate. Pentru fiecare diametru de piston se reprezintă în coloane procentele tronsoanelor de diferite dimensiuni, adincimile de fixare a pompelor şi debitele realizabile. Diagramele sînt construite pentru lichide cu $\delta = 1 Kgf/dm^3$; $\eta_v = 1$ şi ţevi de extracţie ancorate.

Alungirea în m, se determină aproximativ, făcînd produsul dintre coeficientul de alungire şi pătratul adincimii de fixare a pompei.

Exemplu: Ţevi de extracţie de $3\frac{1}{2} + 2\frac{7}{8}$ în diametrul pistonului $1\frac{3}{4}$ in, adincimea de fixare 2700 m, numărul de curse pe minut 12, lungimea cursei 2 m şi raportul dintre lungimile manivelei şi bielei 0,3. Pentru determinarea coloanei se ridică o verticală de la lungimea cursei 2 m, pînă la intersecţia numărului de curse pe minut 12 şi apoi o orizontală la valoarea raportului r/l = 0,3. Se găseşte astfel coloana 2. La pistonul $1\frac{3}{4}$ in se urmăreşte coloana 2 şi se constată că garnitura 87(1+7/8 in) cu procentele 31 %+69 % se poate introduce la 2635 m, iar garnitura 86 (1+7/8+3/4) cu procentele 295+32,4+38,1 % se poate introduce la 2820 m. Prima combinaţie are o greutate mai mare şi o alungire mai mică decît a doua dar nu asigură adincimea de pompare. Se alege garnitura 86(1+7/8+3/4) care asigură adincimea de pompare 2700 m.

La garnitura 87(1+7/8) coeficientul de alungire este de $18,72 \times 10^{-8}$ iar la garnitura 86 este de $20,72 \times 10^{-8}$; alungirea va fi $2635^2 \times 18,12 \times 10^{-8} = 1,26$ m, sau $2820^2 \times 20,72 \times 10^{-6} = 1,64$ m.

OTELUL 41 MoC 11

Grupa	Diametrul piston / Coloana / Garnitura de prajini de pompare	$1\frac{1}{16}$				$1\frac{1}{4}$				$1\frac{1}{2}$				$1\frac{3}{4}$				2				$2\frac{1}{4}$				$2\frac{1}{2}$				$2\frac{3}{4}$				$3\frac{1}{4}$				$3\frac{3}{4}$			
		I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
99	1 1/8									100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	Greut. unitară kgf/m									5.25				5.25				5.25				5.25				5.25				5.25				5.25				5.25			
	Adincimea m									2695	2570	2220	1260	2525	2415	1890	185	2356	2260	1930	1109	2189	2105	1746	1035	2028	1956	1578	962	1876	1814	1426	893	1552	1485	1163	767	1015	1170	965	660
	m									1855	1515	1055	—	1670	1366	1000	—	1541	1228	936	—	1314	1078	871	—	1250	979	808	—	1163	886	749	—	870	770	640	—	715	690	550	—
	Debit m^3/zi									31.3	34.3	54.7	86.7	35.4	45.0	72.5	114,9	37.8	56.9	85.9	146,4	39.5	70.0	106.0	181.3	47.8	84.5	139.7	219.5	57.2	100.6	167.0	264	79.2	124.0	230.7	356,8	109.0	191.9	307.0	468.7
	m^3/zi									39.8	72.0	101.8	—	50.8	94.7	136.9	—	67.2	121.4	176.7	—	85.0	151.6	221.4	—	105.4	185.6	271.0	—	128.3	223.3	325.7	—	181.8	310.0	450.7	—	239.5	414.5	596.9	—
	Coef. de alung. 10^{-8} m/m²									8.82				11.99				15.67				19.82				24.50				29.8				41.50				54.97			
98	1 1/8					22.0	21.0	19.7	19.0	24.3	23.1	21.2	20.2	27.3	25.2	22.5	21.4	31.0	27.8	24.3	22.9	34.8	30.6	26.3	24.5	38.9	34.0	28.6	26.3	43.7	37.6	31.1	28.4	54.3	45.9	36.8	33.0	66.9	55.3	43.5	38.4
	1					78.0	79.0	80.3	81.0	75.7	76.9	78.8	79.8	72.7	74.8	77.5	78.6	69.0	72.2	75.7	77.1	65.2	69.4	73.7	75.5	61.1	66.0	71.4	73.7	56.3	62.4	68.9	71.6	45.7	54.1	63.2	67.0	33.1	44.7	56.5	61.9
	Greut. unitară kgf/m					4.40	4.39	4.37	4.37	4.42	4.41	4.39	4.38	4.46	4.43	4.40	4.39	4.50	4.46	4.42	4.41	4.54	4.49	4.45	4.43	4.58	4.53	4.47	4.45	4.64	4.57	4.50	4.47	4.83	4.66	4.56	4.52	4.89	4.76	4.63	4.58
	Adincimea m					3325	3170	2730	1550	3100	2960	2570	1450	2865	2745	2365	1348	2639	2537	2118	1247	2420	2333	1890	1148	2218	2145	1770	1056	2029	1934	1513	969	1582	1513	1219	816	1228	1185	995	690
	m					2700	1902	1315	—	2130	1699	1228	—	5	1509	1140	—	1702	1338	1050	—	1584	1214	964	—	1386	1076	885	—	1192	997	811	—	903	860	680	—	735	715	570	—
	Debit m^3/zi					22.1	27.1	40.7	63,6	29.4	32.7	46.0	87.9	8	42.2	71.8	115.1	28.8	52.7	90.0	145.2	35.5	64.5	110.7	178.6	43.2	77.7	134.1	215.0	52.0	92.6	160.7	255,3	74.1	135.0	223.6	347.9	107.1	185.4	300.0	458.1
	m^3/zi					27.6	52.0	77.2	—	36.3	70.6	102.4	—	49.4	92.8	136.8	—	64.3	118.6	175.8	—	82.0	147.9	219.6	—	102.3	181.2	268.3	—	125.2	218.5	322.1	—	179.0	305.0	445.7	—	236.9	409.5	591.2	—
	Coef. de alung. 10^{-8} m/m²					7.41	7.42	7.44	7.45	10.51	10.53	10.58	10.60	14.20	14.26	14.34	14.38	18.4	18.53	18.67	18.72	23.08	23.29	23.50	23.59	28.28	28.58	28.92	29.06	34.04	34.50	34.99	35.19	46.28	47.16	48.12	48.51	59.56	61.17	62.81	63.52
97	1 1/8	18.2	17.5	16.5	16.0	20.0	18.8	17.3	16.7	22.4	20.9	18.7	17.8	25.9	23.3	19.6	19.2	29.6	26.1	22.3	20.8	33.9	29.5	25.1	22.6	38.3	32.9	27.0	24.6	43.5	37.0	29.7	26.8	—	43.4	35.9	31.8	—	—	42.1	37.7
	1	21.0	20.0	18.8	18.3	22.7	21.4	19.9	19.2	25.7	23.9	21.5	20.5	29.6	26.7	24.3	22.1	34.0	30.0	25.7	23.9	39.0	33.8	28.8	25.9	44.0	37.8	31.1	28.2	49.9	42.5	34.2	30.8	—	49.9	41.3	36.6	—	—	48.4	43.4
	7/8	60.8	62.5	64.7	65.7	57.3	59.8	62.8	64.1	51.9	55.2	59.8	61.7	44.5	50.0	56.1	58.7	36.4	43.9	52.0	55.3	27.1	36.7	46.1	51.5	17.7	29.3	41.9	47.2	6.6	20.5	36.1	42.4	—	6.7	22.8	31.6	—	—	9.5	18.9
	Greut. unitară kgf/m	3.77	3.76	3.73	3.72	3.84	3.80	3.76	3.74	3.92	3.87	3.80	3.77	4.02	3.94	3.85	3.82	4.14	4.03	3.91	3.87	4.27	4.14	4.00	3.92	4.41	4.24	4.06	3.98	4.51	4.37	4.14	4.05	—	4.57	4.34	4.21	—	—	4.53	4.39
	Adincimea m	3935	3763	3240	1843	3705	3550	3090	1750	3420	3280	2560	1614	3110	2990	2530	1472	2835	2746	2254	1355	2545	2443	1990	1233	2296	2018	1759	1119	1747	1765	1558	1015	—	1368	1241	841	—	—	951	695
	m	3195	2325	1565	—	3010	2081	1480	—	2785	1837	1385	—	2060	1603	1240	—	1838	1411	1139	—	1636	1261	1034	—	1395	1166	936	—	1187	1073	848	—	—	886	700	—	—	—	580	—
	Debit m^3/zi	15.9	25.3	31.0	49.0	20.1	27.5	40.5	64.9	25.4	30.4	54.0	88.3	25.0	38.9	68.9	114.0	26.0	48.3	86.0	142.6	32.9	59.7	106.0	174.3	41.2	73.2	129.3	209.8	50.9	82.1	156.1	249	—	168.8	220.6	341.2	—	—	323.2	453.6
	m^3/zi	20.1	38.2	54.1	—	26.3	51.3	78.4	—	33.1	68.8	102.4	—	47	90.6	135.9	—	62.1	115.4	174.1	—	80.2	144.5	217.1	—	101.0	177.9	265.1	—	124.6	215.6	318.6	—	—	304.3	442.1	—	—	—	589.1	—
	Coef. de alung. 10^{-8} m/m²	6.36	6.39	6.44	6.46	8.77	8.84	8.94	8.98	12.27	12.41	12.61	12.69	16.26	16.36	16.95	17.08	20.6	21.17	21.80	22.05	25.13	26.07	26.84	27.51	29.94	31.34	32.86	33.50	34.79	36.83	39.12	40.04	—	48.46	51.75	56.04	—	—	64.98	67.51

Tabelul 2 (continuare)

Diametrul pistonului: 1 1/16 și 1 1/4

Coloana	Prăjini de pompare / Diametrul piston.	1 1/16 I	1 1/16 II	1 1/16 III	1 1/16 IV	1 1/4 I	1 1/4 II	1 1/4 III	1 1/4 IV
88	1	100	100	100	100	100	100	100	100
	Greut. unitară kgf/m	4.16				4.16			
	Adîncimea m	2915	2805	2437	1698	2780	2680	2140	1625
	m	2407	1523	1027	1154	2300	1540	980	1105
	Debit m^3/zi	9,7	18.1	27.4	38.4	12.7	22.8	36.6	52.0
	m^3/zi	20.4	38.1	3.6	48.0	27.4	50.9	72.9	61.3
	Coef. de alung. 10^{-8} m/m^2	5.55				7.75			
87	1	24.6	23.8	22.0	21.3	26.9	25.1	23.2	22.3
	7/8	75.4	76.2	78.0	78.7	73.1	74.9	76.8	77.7
	Greut. unitară kgf/m	3.45	3.44	3.43	3.42	3.47	3.46	3.44	3.43
	Adîncimea m	3448	3322	2688	2025	3235	3140	2460	1906
	m	2850	1937	1222	1375	2680	1905	1245	1295
	Debit m^3/zi	8.7	17.3	27.0	39.8	11.0	21.6	32.9	53.1
	m^3/zi	19.7	38.3	54.9	50.7	25.4	50.1	73.8	66.3
	Coef. de alung. 10^{-8} m/m^2	6.8	6.82	6.85	6.86	9.45	9.49	9.53	9.55
86	1	22.2	20.6	19.3	18.5	24.7	22.7	20.7	19.6
	7/8	24.4	22.9	21.0	20.3	27.1	24.9	22.5	21.5
	3/4	53.4	56.5	59.7	61.2	48.2	52.4	56.8	58.9
	Greut. unitară kgf/m	3.0	2.96	2.92	2.90	3.07	3.01	2.96	2.93
	Adîncimea m	3883	3757	2967	2279	3595	3495	2725	2130
	m	3211	2321	1669	1548	2975	2075	1545	1445
	Debit m^3/zi	7.4	15.9	27	40.7	9.0	19.8	35.3	53.5
	m^3/zi	18.2	37.8	55.7	52.3	23.0	48.4	74.0	67.1
	Coef. de alung. 10^{-8} m/m^2	8.15	8.26	8.36	8.41	11.15	11.34	11.54	11.64
77	7/8	100	100	100	100	100	100	100	100
	Greut. unitară kgf/m	3,22				3.22			
	Adîncimea m	2870	2711	2374	1487	2700	2575	2220	1410
	m	2467	1846	1042	975	2330	1380	980	924
	Debit m^3/zi	7.5	14.4	21.6	32.8	9.6	18.4	28.7	44.2
	m^3/zi	20.0	37.0	49.8	45.5	26.4	49.3	67.1	61.0
	Coef. de alung. 10^{-8} m/m^2	7,21				10,07			
76	7/8	29.0	27.1	25.1	24.0	32.4	29.6	26.9	25.5
	3/4	71.0	72.9	74.9	76.0	67.6	70.4	73,1	74.5
	Greut. unitară kgf/m	2.65	2.64	2.62	2.61	2.68	2.66	2.64	2.62
	Adîncimea m	3374	3205	2660	1760	3125	2980	2522	1645
	m	2446	1763	1231	1155	2270	1610	1145	1080
	Debit m^3/zi	6.1	12.7	21.4	33.6	7.0	15.4	31.3	44.6
	m^3/zi	16.5	36.6	50.7	46.9	24.0	47.5	67.3	61.7
	Coef. de alung. 10^{-8} m/m^2	8.96	9.0	9.05	9.08	12.39	12.49	12.66	12.63
75	7/8	26.5	24.3	22.1	21.0	30.2	27.3	24.1	22.5
	3/4	30.0	27.5	24.9	23.7	35.5	30.7	27.2	25.5
	5/8	43.5	48.2	53.0	55.3	35.3	42.0	48.7	52.0
	Greut. unitară kgf/m	2.34	2.29	2.24	2.22	2.43	2.36	2.29	2.25
	Adîncimea m	3824	3644	2970	2013	3460	3360	2770	1855
	m	2778	2094	1404	1370	2510	1810	1290	1260
	Debit m^3/zi	4.1	10.3	20.6	23.7	4.8	11.7	25.9	50.4
	m^3/zi	16.5	29.8	51.1	47.7	21.2	42.2	66.6	61.3
	Coef. de alung. 10^{-8} m/m^2	10.74	10.98	11.23	11.35	14.42	14.89	15.37	15.61
66	3/4	100	100	100	100	100	100	100	100
	Greut. unitară kgf/m	2.42				2.42			
	Adîncimea m	2708	2559	2257	1279	2510	2383	1845	1190
	m	2037	1495	985	1233	1550	1410	910	1150
	Debit m^3/zi	4.9	11.7	21.2	38.2	6.1	14.8	27.0	44.8
	m^3/zi	19.2	35.8	47.6	34.0	25.4	47.4	63.3	50.8
	Coef. de alung. 10^{-8} m/m^2	9.67				13.50			
65	3/4	36.3	33.1	29.9	28.4	41.6	37.0	32.7	30.6
	5/8	63.7	66.9	70.1	71.6	58.5	63.0	67.3	69.4
	Greut. unitară kgf/m	1.99	1.97	1.95	1.94	2.03	2.0	1.97	1.96
	Adîncimea m	3205	3026	2402	1462	2900	2760	2285	1390
	m	2408	1793	1260	—	1800	1580	1150	1340
	Debit m^3/zi	2.6	8.8	19.7	34.6	2.5	9.4	23.8	44.3
	m^3/zi	17,2	34.3	48.0	—	21.4	38.3	62.5	50.3
	Coef. de alung. 10^{-8} m/m^2	12,2	12,32	12,45	12,51	16,74	16,99	17,23	17,35
55	5/8	100	100	100	100	100	100	100	100
	Greut. unitară kgf/m	1,75				1,75			
	Adîncimea m	2488	2342	1924	1123	2260	2138	1715	1030
	m	1523	1201	980	996	1390	1152	890	915
	Debit m^3/zi	2,7	9.0	18.1	29.2	3.0	10.2	23.2	38.4
	m^3/zi	18.7	34.2	30.7	32.2	24.4	39.6	40.2	42.3
	Coef. de alung. 10^{-8} m/m^2	13,64				19,04			

Diametrul pistonului: 1 1/2 și 1 3/4

Coloana	Prăjini de pompare / Diametrul piston.	1 1/2 I	1 1/2 II	1 1/2 III	1 1/2 IV	1 3/4 I	1 3/4 II	1 3/4 III	1 3/4 IV
88	1	100	100	100	100	100	100	100	100
	Greut. unitară kgf/m	4.16				4.16			
	Adîncimea m	2590	2505	1945	1520	2400	2320	1820	1415
	m	1765	1480	915	1030	1630	1330	915	960
	Debit m^3/zi	17.1	27.8	50.3	72.8	21.8	36.1	65.3	96.3
	m^3/zi	37.4	70.0	102.6	88.5	48.8	92.0	136.8	115.5
	Coef. de alung. 10^{-8} m/m^2	11.05				15.03			
87	1	30.5	28.0	25.1	23.9	34.9	31.0	27.4	25.7
	7/8	69.5	72.0	74.9	76.1	65.1	69.0	72.6	74.3
	Greut. unitară kgf/m	3.51	3.48	3.46	3.44	3.55	3.51	3.48	3.46
	Adîncimea m	2975	2885	2260	1755	2710	2635	2080	1610
	m	2025	1675	1150	1190	1780	1410	1110	1090
	Debit m^3/zi	14.2	25.3	44.5	73.1	17.3	34.2	57.7	95.5
	m^3/zi	34.0	67.7	102.7	89.1	44.3	88.1	135.6	113.8
	Coef. de alung. 10^{-8} m/m^2	13.35	13.43	13.52	13.56	17.95	18.12	18.29	18.36
86	1	28.2	25.9	22.7	21.3	33.5	29.5	25.7	23.3
	7/8	31.9	28.3	24.9	23.4	36.8	32.4	27.1	25.6
	3/4	39.9	45.8	52.4	55.3	29.7	38.1	47.2	51.1
	Greut. unitară kgf/m	3.16	3.10	3.01	2.98	3.30	3.19	3.08	3.03
	Adîncimea m	3230	3160	2500	1940	2880	2820	2260	1745
	m	2200	1695	1380	1315	1885	1470	1255	1180
	Debit m^3/zi	11.4	22.5	42.5	72.5	14.6	28.8	58.1	93.6
	m^3/zi	30,4	64.6	101.8	88.0	41,8	84.3	133.4	110.3
	Coef. de alung. 10^{-8} m/m^2	15.37	15.74	16.17	16.35	19,99	20.72	21.5	21.87
77	7/8	100	100	100	100	100	100	100	100
	Greut. unitară kgf/m	3.22				3.22			
	Adîncimea m	2475	2355	1960	1300	2250	2151	1720	1190
	m	2140	1280	900	850	1840	1175	825	780
	Debit m^3/zi	12.4	24.0	39.2	61.5	15.5	29.9	50.8	81.2
	m^3/zi	36.1	67.5	93.5	84.2	47.2	83.5	123.7	110.4
	Coef. de alung. 10^{-8} m/m^2	14,35				19,52			
76	7/8	37.7	33.5	29.7	27.7	43.9	38.4	33.0	30.4
	3/4	62.3	66.5	70.3	72.3	56.1	61.6	67.0	69.6
	Greut. unitară kgf/m	2.72	2.67	2.66	2.64	2.77	2.73	2.68	2.66
	Adîncimea m	2810	2690	2180	1490	2500	2405	1880	1340
	m	1930	1465	1030	980	1540	1320	925	910
	Debit m^3/zi	8.8	18.9	36.7	61.0	10.8	22.8	46.9	92.0
	m^3/zi	32.2	60.2	92.3	83.3	41.8	78.4	120.8	107.6
	Coef. de alung. 10^{-8} m/m^2	17.4	17.61	17.79	17.89	23.25	23.61	23.97	24.14
75	7/8	36.3	31.0	27.6	25.1	43.5	37.2	31.2	28.1
	3/4	41.2	36.0	30.6	26.4	49.1	42.1	35.1	31.8
	5/8	22.5	32.2	41.8	46.5	7.4	20.7	33.7	40.1
	Greut. unitară kgf/m	2.56	2.46	2.36	2.31	2.72	2.58	2.44	2.38
	Adîncimea m	3010	2915	2330	1630	2595	2333	1960	1430
	m	1940	1595	1178	1110	1530	1395	1025	1380
	Debit m^3/zi	6.3	14.3	33.5	68.8	9.5	19.1	43.9	87.8
	m^3/zi	28.9	56.3	90.0	81.0	39.5	74.6	117.4	103.7
	Coef. de alung. 10^{-8} m/m^2	19.24	20.23	21.19	21.69	24.07	25.91	27.71	28.6
66	3/4	100	100	100	100	100	100	100	100
	Greut. unitară kgf/m	2.42				2.42			
	Adîncimea m	2250	2150	1595	1080	2010	1925	1510	970
	m	1380	1205	890	1040	1255	1015	795	940
	Debit m^3/zi	7.8	19.1	35.1	60.7	9.9	23.8	43.9	78.5
	m^3/zi	34.9	56.8	87.0	69.8	45.9	64.3	114.0	91.2
	Coef. de alung. 10^{-8} m/m^2	19.24				26.16			
65	3/4	49.4	43.2	37.2	34.0	59.0	50.6	42.3	38.0
	5/8	50.6	56.8	62.8	66.0	41.0	49.4	57.7	62.0
	Greut. unitară kgf/m	2.08	2.04	2.0	1.98	2.14	2.09	2.03	2.00
	Adîncimea m	2525	2425	2040	1230	2195	1925	1706	1075
	m	1580	1300	1010	1190	1355	1080	875	1040
	Debit m^3/zi	2.5	9.9	29.2	58.2	3.3	17.5	37.4	74.1
	m^3/zi	30.7	43.9	84.1	67.5	40.9	46.6	89.5	87.2
	Coef. de alung. 10^{-8} m/m^2	23,24	23,73	24,2	24,45	30,56	31,47	32,36	32,82
55	5/8	100	100	100	100	100	100	100	100
	Greut. unitară kgf/m	1,75				1,75			
	Adîncimea m	1970	1880	1430	910	1715	1485	1200	800
	m	1134	1053	845	810	965	890	679	715
	Debit m^3/zi	3,4	11,8	30.3	52.0	4.2	17.0	38.9	67.7
	m^3/zi	33.8	47.2	54.4	57.4	45.0	38.7	70.9	74.8
	Coef. de alung. 10^{-8} m/m^2	27,14				36,9			

Diametrul pistonului: 2 și 2 1/4

Coloana	Prăjini de pompare / Diametrul piston.	2 I	2 II	2 III	2 IV	2 1/4 I	2 1/4 II	2 1/4 III	2 1/4 IV
88	1	100	100	100	100	100	100	100	100
	Greut. unitară kgf/m	4.16				4.16			
	Adîncimea m	2209	2145	1785	1308	2027	1956	1595	1205
	m	1415	1177	838	917	1241	1040	815	817
	Debit m^3/zi	25.3	45.4	82.2	144.8	31.3	55.7	101.4	177.7
	m^3/zi	62.8	117.2	175.4	142.8	80.0	146.0	218.7	152.1
	Coef. de alung. 10^{-8} m/m^2	19.63				24.82			
87	1	39.8	35.1	30.0	27.8	47.9	39.3	32.9	30.2
	7/8	60.2	64.9	70.0	72.2	52.1	60.7	67.1	69.8
	Greut. unitară kgf/m	3.59	3.56	3.50	3.48	3.67	3.59	3.53	3.50
	Adîncimea m	2462	2400	1953	1469	2222	2005	1752	1338
	m	1533	1226	1019	1030	1278	1111	946	907
	Debit m^3/zi	21.7	40.1	77.4	104.8	26.8	49.2	95.4	174.4
	m^3/zi	58.6	112.0	172.8	—	75.9	139.8	214.6	148.9
	Coef. de alung. 10^{-8} m/m^2	23.16	23.44	23.74	23.87	28.69	29.33	29.80	30.0
86	1	38.9	33.7	28.1	25.7	44.9	38.4	31.3	28.4
	7/8	42.8	37.0	30.8	28.2	49.3	42.2	34.4	31.1
	3/4	18.3	29.3	41.1	46.2	5.8	19.4	34.3	40.5
	Greut. unitară kgf/m	3.44	3.30	3.15	3.09	3.6	3.43	3.24	3.16
	Adîncimea m	2570	2406	2037	1560	2115	2005	1835	1397
	m	1642	1313	1117	1094	1309	1129	995	947
	Debit m^3/zi	20.1	36.5	73.2	138.1	25.7	46.6	91.5	171.0
	m^3/zi	56.8	107.9	169.5	135.2	75.3	136.3	210.7	104.8
	Coef. de alung. 10^{-8} m/m^2	24.81	26.07	27,42	28.03	29.55	31.52	33.68	34.58
77	7/8	100	100	100	100	100	100	100	100
	Greut. unitară kgf/m	3.22				3.22			
	Adîncimea m	2037	1955	1507	1320	1839	1772	1322	984
	m	1506	1075	747	712	1052	953	676	648
	Debit m^3/zi	19.1	36.5	63.9	98.7	23.3	44.0	79.5	128.3
	m^3/zi	59.8	106.4	157.9	139.8	74.3	132.8	196.3	172.5
	Coef. de alung. 10^{-8} m/m^2	25,5				32.24			
76	7/8	49.0	43.8	36.8	33.5	59.5	50.1	41.2	37.0
	3/4	51.0	56.2	63.2	66.5	40.5	49.9	58.8	63.0
	Greut. unitară kgf/m	2.81	2.77	2.71	2.69	2.89	2.82	2.75	2.72
	Adîncimea m	2221	2148	1619	1198	1968	1779	1414	1074
	m	1269	1165	857	814	1128	999	796	1037
	Debit m^3/zi	13.7	27.8	59.4	114.1	17.8	34.3	74,6	139.1
	m^3/zi	50.8	100.2	153.4	134.9	67.4	126.1	190,4	165.8
	Coef. de alung. 10^{-8} m/m^2	29.93	30.38	30.99	31.28	36.69	37.72	38.70	39.16
75	7/8	—	42.7	35.5	31.5	—	45.8	40.5	35.5
	3/4	—	48.4	40.1	35.7	—	51.8	45.7	40.2
	5/8	—	8.9	24.4	32.8	—	2.4	13.8	24.3
	Greut. unitară kgf/m	—	2.70	2.54	2.45	—	2.77	2.65	2.54
	Adîncimea m	—	2043	1660	1251	—	1463	1417	1099
	m	—	1174	933	1209	—	992	816	1062
	Debit m^3/zi	—	34.5	57.5	130.2	—	68.7	74.3	161.4
	m^3/zi	—	97.7	149.5	109.1	—	125.7	187.0	134.4
	Coef. de alung. 10^{-8} m/m^2	—	31.73	34.52	36.05	—	38.62	41.22	43.57
66	3/4	100	100	100	100	100	100	100	100
	Greut. unitară kgf/m	2.42				2.42			
	Adîncimea m	1785	1719	1418	868	1585	1337	1274	775
	m	1078	863	706	840	888	736	628	752
	Debit m^3/zi	12.4	29.4	55.4	115.6	15.7	36.2	69.5	143.2
	m^3/zi	58.7	67.0	144.7	98.5	41.7	112.1	179.5	121.1
	Coef. de alung. 10^{-8} m/m^2	34.19				43.22			
65	3/4	70.1	59.1	49.6	42.8	82.6	68.7	54.9	48.1
	5/8	29.9	40.9	50.4	57.2	17.4	31.3	45.1	51.9
	Greut. unitară kgf/m	2.22	2.15	2.08	2.04	2.30	2.21	2.12	2.07
	Adîncimea m	1748	1664	1448	943	1499	1465	1271	825
	m	1088	897	765	915	889	802	665	801
	Debit m^3/zi	9.6	22.8	48.7	110.1	13.6	28.9	63.2	136.8
	m^3/zi	30.1	611	1380	92.4	41.9	105.5	171.9	114.0
	Coef. de alung. 10^{-8} m/m^2	38,38	39,92	41,25	42,2	46,3	48,77	51,21	52,42
55	5/8	100	100	100	100	100	100	100	100
	Greut. unitară kgf/m	1,75				1,75			
	Adîncimea m	1381	1205	1010	700	1134	993	856	614
	m	882	743	591	627	723	627	515	552
	Debit m^3/zi	5.6	24.9	50.1	85.7	10.0	35.1	63.9	106.4
	m^3/zi	26.2	50.7	90.0	95.0	35.8	68.5	112.1	118.2
	Coef. de alung. 10^{-8} m/m^2	48,21				60,95			

Diametrul pistonului: 2 1/2 și 2 3/4

Coloana	Prăjini de pompare / Diametrul piston.	2 1/2 I	2 1/2 II	2 1/2 III	2 1/2 IV	2 3/4 I	2 3/4 II	2 3/4 III	2 3/4 IV
88	1	100	100	100	100	100	100	100	100
	Greut. unitară kgf/m	4.16				4.16			
	Adîncimea m	1856	1811	1451	1108	1698	1536	1338	1018
	m	1193	921	756	751	1024	817	723	689
	Debit m^3/zi	38.0	67.3	123.2	212.8	45.7	80.3	147.8	251.8
	m^3/zi	100.0	178.6	266.8	184.6	122.7	215.3	320.0	220.4
	Coef. de alung. 10^{-8} m/m^2	30.69				37.33			
87	1	52.0	44.1	36.2	32.9	59.0	49.5	39.9	35.8
	7/8	48.0	55.9	63.8	67.1	41.0	50.5	60.1	64.2
	Greut. unitară kgf/m	3.71	3.63	3.56	3.53	3.77	3.68	3.60	3.56
	Adîncimea m	1796	1725	1597	1213	1603	1583	1347	1100
	m	1156	972	862	822	995	854	803	745
	Debit m^3/zi	31.5	59.9	116.5	211.9	38.6	68.4	140.7	253.5
	m^3/zi	96.1	171.9	261.4	179.7	119.1	208.3	313.5	214.3
	Coef. de alung. 10^{-8} m/m^2	35.09	35.82	36.54	36.85	41.91	42.97	44.04	44.50
86	1	—	43.3	35.0	31.3	—	45.9	39.0	34.6
	7/8	—	47.6	38.4	34.4	—	50.3	42.9	38.0
	3/4	—	9.1	26.6	34.3	—	3.8	18.1	27.4
	Greut. unitară kgf/m	—	3.55	3.34	3.24	—	3.62	3.44	3.33
	Adîncimea m	—	1767	1629	1257	—	1495	1422	1122
	m	—	981	891	852	—	852	792	760
	Debit m^3/zi	—	62.6	113.2	208.1	—	117.1	138.3	210.5
	m^3/zi	—	169.3	257.2	175.5	—	207.6	309.7	250.0
	Coef. de alung. 10^{-8} m/m^2	—	37.12	40.26	41,65	—	44.0	47.13	49.15
77	7/8	100	100	100	100	100	100	100	100
	Greut. unitară kgf/m	3.22				3.22			
	Adîncimea m	1659	1473	1174	893	1384	1260	1148	810
	m	951	830	611	606	861	726	573	550
	Debit m^3/zi	27.4	52.9	97.5	176.5	33.1	67.5	118.0	209.9
	m^3/zi	91.7	163.2	257.9	209.0	114.0	197,4	308.7	249.5
	Coef. de alung. 10^{-8} m/m^2	39.87				48,49			
76	7/8	68.8	57.1	46.1	40.7	78.9	64.8	51.5	45.0
	3/4	31.2	42.9	53.9	59.3	21.1	35.2	48.5	55.0
	Greut. unitară kgf/m	2.97	2.88	2.79	2.74	3.05	2.94	2.83	2.78
	Adîncimea m	1643	1496	1306	961	1379	1273	1196	859
	m	1006	859	704	928	863	745	629	830
	Debit m^3/zi	23,3	46.8	92.6	200.8	31.4	67.9	113.3	240.4
	m^3/zi	87.7	156.4	248.6	167.7	95.2	177.8	298.6	200.1
	Coef. de alung. 10^{-8} m/m^2	44.1	45.69	47.18	47.91	51.98	54.30	56.50	57.57
75	7/8	—	—	43.6	39.9	—	—	46.1	44.8
	3/4	—	—	49.3	45.2	—	—	52.2	50.7
	5/8	—	—	7.1	14.9	—	—	1.7	4.5
	Greut. unitară kgf/m	—	—	2.72	2.64	—	—	2.78	2.75
	Adîncimea m	—	—	1245	960	—	—	1008	851
	m	—	—	736	928	—	—	718	821
	Debit m^3/zi	—	—	114.0	198.1	—	—	187.8	239.9
	m^3/zi	—	—	246.2	164.8	—	—	299.0	199,7
	Coef. de alung. 10^{-8} m/m^2	—	—	49.08	51.29	—	—	57.84	58.81
66	3/4	100	100	100	100	100	100	100	100
	Greut. unitară kgf/m	2.42				2.42			
	Adîncimea m	1162	1228	1061	693	1134	1079	925	620
	m	741	670	558	673	624	600	497	602
	Debit m^3/zi	19.7	46.9	86.2	174.3	25.9	60.6	105.7	209.1
	m^3/zi	53.1	139.0	218.7	146.7	87.7	169.7	262.7	175.4
	Coef. de alung. 10^{-8} m/m^2	53.44				65.0			
65	3/4	93.3	79.0	62.1	54.1	—	89.6	70.9	60.6
	5/8	6.7	21.0	37.9	45.9	—	10.4	29.1	39.4
	Greut. unitară kgf/m	2.37	2.28	2.17	2.11	—	2.35	2.22	2.16
	Adîncimea m	1295	1220	1092	728	—	1076	941	641
	m	738	702	584	707	—	604	512	623
	Debit m^3/zi	27.1	43,4	81,1	167,4	—	67,2	102,2	168,1
	m^3/zi	52.9	133.6	210.6	139.0	—	166,0	255,1	202,6
	Coef. de alung. 10^{-8} m/m^2	54,91	58,04	61,74	63,5	—	67,78	72,76	75,51
55	5/8	100	100	100	100	100	100	100	100
	Greut. unitară kgf/m	1,75				1,75			
	Adîncimea m	926	829	732	540	770	702	631	477
	m	602	534	451	486	508	459	396	430
	Debit m^3/zi	16.0	47.3	80.6	130.1	22.7	60.5	99.6	156.9
	m^3/zi	47.7	82.8	137.5	144.7	61.1	102.7	166.3	174.7
	Coef. de alung. 10^{-8} m/m^2	75,35				91,66			

Diametrul pistonului: 3 1/4 și 3 3/4

Coloana	Prăjini de pompare / Diametrul piston.	3 1/4 I	3 1/4 II	3 1/4 III	3 1/4 IV	3 3/4 I	3 3/4 II	3 3/4 III	3 3/4 IV
88	1	100	100	100	100	100	100	100	100
	Greut. unitară kgf/m	4.16				4.16			
	Adîncimea m	1343	1244	1074	857	1055	1020	875	725
	m	794	650	604	581	615	610	505	490
	Debit m^3/zi	64.7	116.1	205.8	357.1	92.6	161.1	275.9	472.4
	m^3/zi	175.8	301.0	442.1	302.6	239.0	403.6	586.0	339.7
	Coef. de alung. 10^{-8} m/m^2	51.98				68.85			
87	1	74.8	61.6	48.3	42.6	92.6	75.8	58.1	50.5
	7/8	25.2	38.4	51.7	57.4	7.4	24.2	41.9	49.5
	Greut. unitară kgf/m	3.92	3.80	3.67	3.62	4.09	3.93	3.77	3.69
	Adîncimea m	1346	1283	1113	907	1035	1025	890	750
	m	778	696	637	614	600	585	525	510
	Debit m^3/zi	59.4	112.5	198.8	350.0	92.8	159.3	270.0	465
	m^3/zi	173.2	294.5	434.3	295.0	237.9	398.4	578.0	391.8
	Coef. de alung. 10^{-8} m/m^2	55.89	57.94	60.01	60.90	70.37	73.83	77.47	79.04
86	1	—	—	45.1	42.1	—	—	—	—
	7/8	—	—	49.5	46.2	—	—	—	—
	3/4	—	—	5.4	11.7	—	—	—	—
	Greut. unitară kgf/m	—	—	3.60	3.52	—	—	—	—
	Adîncimea m	—	—	969	909	—	—	—	—
	m	—	—	638	615	—	—	—	—
	Debit m^3/zi	—	—	246.2	293.2	—	—	—	—
	m^3/zi	—	—	438.2	348.3	—	—	—	—
	Coef. de alung. 10^{-8} m/m^2	—	—	61.75	63.66	—	—	—	—
77	7/8	100	100	100	100	100	100	100	100
	Greut. unitară kgf/m	3.22				3.22			
	Adîncimea m	1016	974	943	668	865	850	765	555
	m	642	564	508	645	495	450	420	535
	Debit m^3/zi	48.8	103.8	166.6	287.9	69.4	143,9	247.8	381.6
	m^3/zi	166.7	272.2	426.7	343.4	229.8	386.5	562.4	455.6
	Coef. de alung. 10^{-8} m/m^2	67.52				89.44			
76	7/8	96.5	82.3	63.8	54.8	—	93.3	77.4	62.2
	3/4	3.5	17.7	36.2	45.2	—	6.7	22.6	33,8
	Greut. unitară kgf/m	3.19	3.08	2.93	2.86	—	3.17	3.04	2.9
	Adîncimea m	990	987	962	693	—	795	775	565
	m	640	571	547	669	—	450	425	545
	Debit m^3/zi	84.6	103.0	163.2	334	—	197.0	245.4	373.0
	m^3/zi	166.1	273.5	416.6	272.1	—	373,2	559.2	447.5
	Coef. de alung. 10^{-8} m/m^2	68.32	71.58	75.83	77.90	—	91.47	96.32	99.72
75	7/8	—	—	—	—	—	—	—	—
	3/4	—	—	—	—	—	—	—	—
	5/8	—	—	—	—	—	—	—	—
	Greut. unitară kgf/m	—	—	—	—	—	—	—	—
	Adîncimea m	—	—	—	—	—	—	—	—
	m	—	—	—	—	—	—	—	—
	Debit m^3/zi	—	—	—	—	—	—	—	—
	m^3/zi	—	—	—	—	—	—	—	—
	Coef. de alung. 10^{-8} m/m^2	—	—	—	—	—	—	—	—
66	3/4	100	100	100	100	100	100	100	100
	Greut. unitară kgf/m	2.42				2.42			
	Adîncimea m	859	818	716	500	650	630	565	410
	m	511	461	398	486	390	360	320	395
	Debit m^3/zi	43.4	93.5	152.9	290.5	62.3	133.3	210.6	388
	m^3/zi	111.7	242.6	365.4	243.1	184.9	330.6	488.5	325.0
	Coef. de alung. 10^{-8} m/m^2	90.50				119.88			
65	3/4	—	—	88.6	75.7	—	—	97.6	92.4
	5/8	—	—	11.4	24.3	—	—	2.4	7.6
	Greut. unitară kgf/m	—	—	2.34	2.26	—	—	2.40	2.37
	Adîncimea m	—	—	721	509	—	—	510	411
	m	—	—	404	495	—	—	325	400
	Debit m^3/zi	—	—	162,8	237,4	—	—	295,0	322,8
	m^3/zi	—	—	359,9	285,6	—	—	486,9	386,4
	Coef. de alung. 10^{-8} m/m^2	—	—	94,73	99,52	—	—	121,06	123,62
55	5/8	100	100	100	100	100	100	100	100
	Greut. unitară kgf/m	1,75				1,75			
	Adîncimea m	555	519	479	376	420	400	455	430
	m	374	347	310	340	285	270	245	270
	Debit m^3/zi	37.5	91.5	144.6	215.4	53.8	128.6	198.9	294.2
	m^3/zi	92.7	149.9	234.2	245.3	130,3	206.7	279.8	330.2
	Coef. de alung. 10^{-8} m/m^2	127,61				169,0			

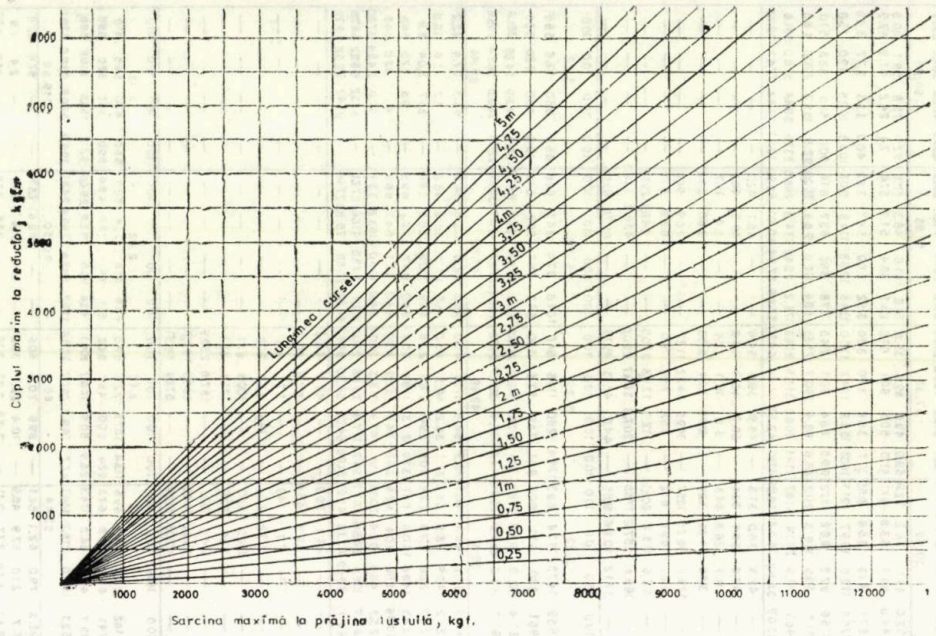


Fig. 2. Determinarea grafică a cuplului la reductor, $C_{max} = 0{,}2\ P_{max} \cdot S$.

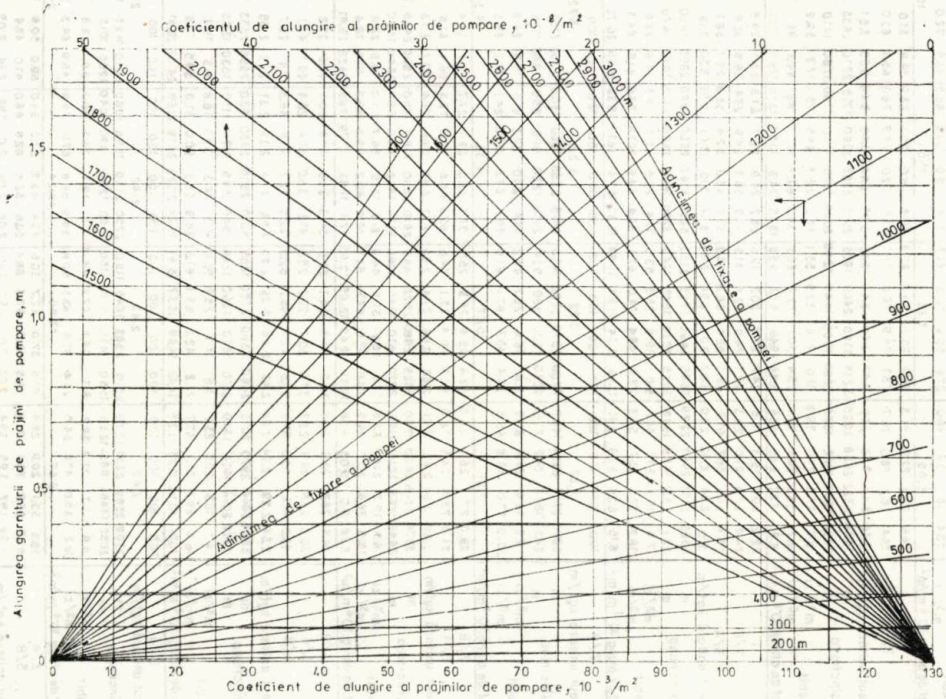


Fig. 3. Determinarea grafică a alungirii prăjinilor de pompare.

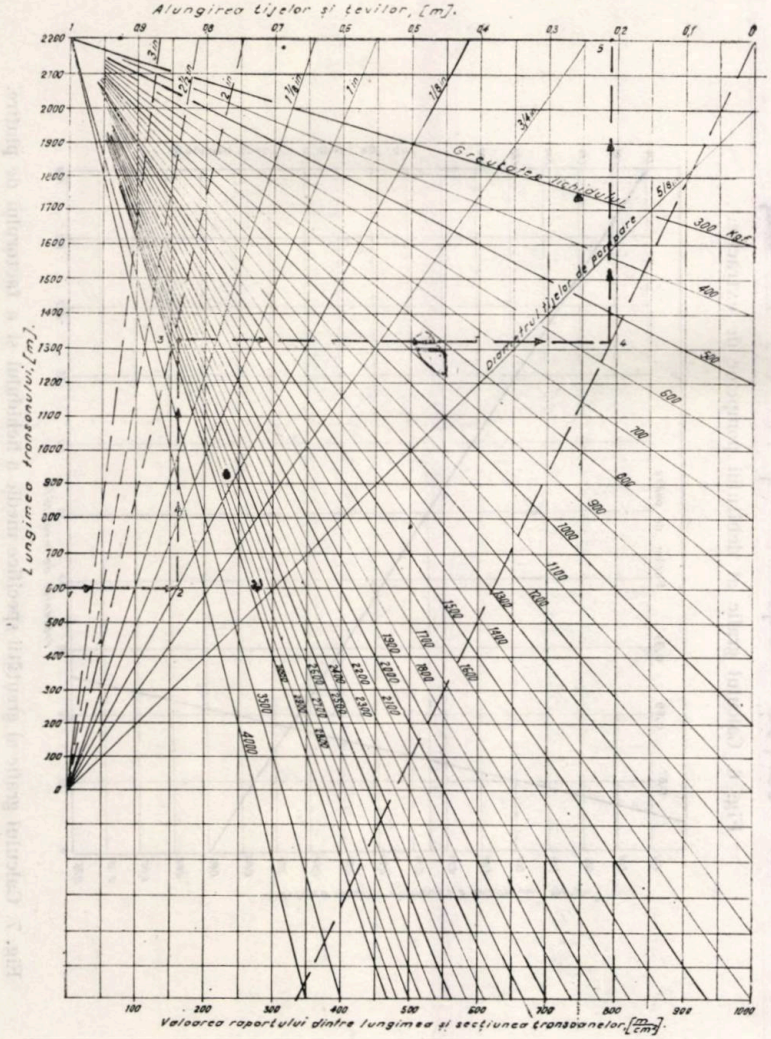


Fig. 4. Calculul grafic al alungirii prăjinilor de pompare a tubingului.

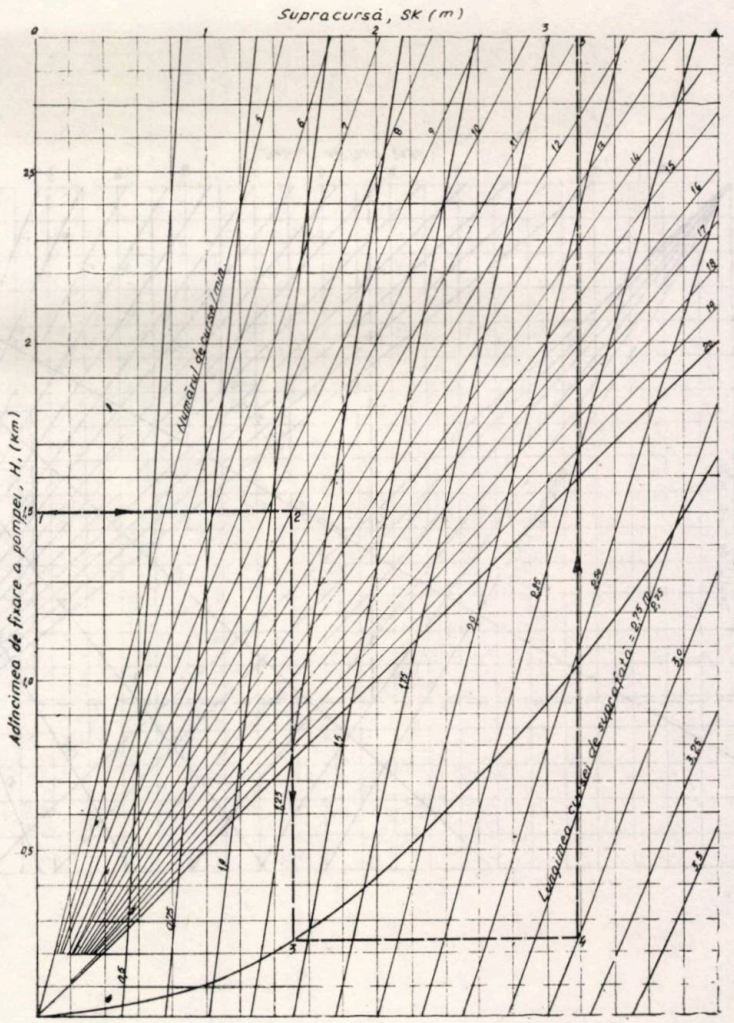


Fig. 5. Calculul grafic al supracursei pistonului.

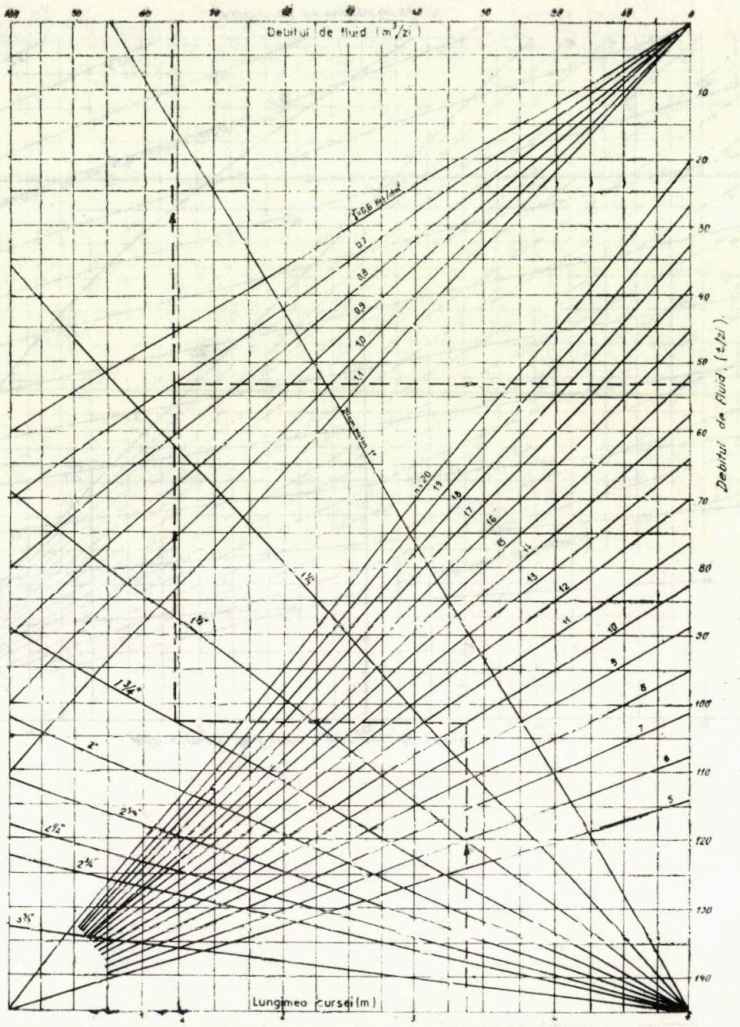


Fig. 6. Calculul grafic al debitului pompelor de extracție.

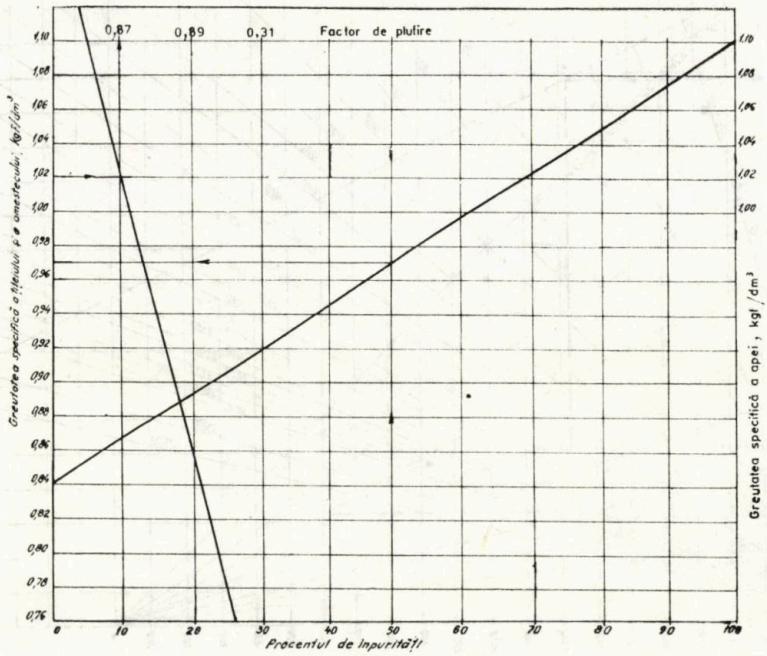


Fig. 7. Calculul grafic al greutății specifice medie a lichidului și a factorului de plutire.

În continuare, se trasează o orizontală pînă la curba nomogramei și se ridică o verticală pînă la abscisă, unde se citește valoarea produsului $S \cdot K$.

Din valoarea obținută se scade alungirea (fig. 3 sau 4) și se obține lungimea de cursă a pistonului.

Cu această mărime se determină debitul de lichid extras, Q, astfel:

$$Q = 10^{-3} \cdot F_p S_{pist} \cdot n \cdot t. \qquad (3)$$

Nomografiind relația (3), s-a obținut graficul prezentat în figura 6. Pentru determinarea debitului volumetric se pleacă din abscisă de la valoarea lungimii de cursă, se ridică o verticală la numărul de curse/min, se trasează o orizontală la diametrul pistonului și o verticală pînă în abscisă, unde se găsește debitul (în m^3/zi). Dacă este necesară valoarea gravimetrică a debitului, ultima verticală se oprește la mărimea greutății specifice medii a lichidului (țiței + apă) extras și apoi se trasează o orizontală pînă la ordonată, unde se citește debitul (în t/zi).

Greutatea specifică medie a lichidului se determină cu nomograma din figura 7, cunoscîndu-se greutățile specifice ale apei și ale țițeiului, precum și procentul de impurități lichide [4; 5].

Roci-sursă de hidrocarburi în Depresiunea Bîrladului (sectorul Conteşti)

Geol. N. Balteș
I.C.P.P.G. Cîmpina

Introducere

Lucrările de cercetare geologică, executate pînă în anul 1980 în Depresiunea Bîrladului, au pus în evidență zăcăminte de gaze care conțin, uneori, puțin condensat și petrol, cantonate numai în depozite sarmațiene. În mezozoic s-au semnalat doar indicații de gaze, la Polocin (sonda 311, jurasicul mediu cu miros puternic de gaze nu a debitat decît apă sărată) și la Turca Mare (sonda 321, cretacicul a avut urme de gaze cu puțin condensat).

În ultimii ani, sondele adînci, forate în interfluviul Siret-Trotuș, au identificat un zăcămînt de gaz condensat, în depozitele mezozoice (dogger) de la Conteşti. Acest rezervor este situat în partea vestică a depresiunii, pe o structură, la nivelul neogenului, sub formă de brahianticlinal, care reprezintă sectorul nordic al unei ridicări majore, evidențiată pe direcția localităților Adjud-Conteşti și dezvoltată în cuprinsul unui prag structural între Siret și Trotuș. Ridicarea pare să constituie prelungirea, în afundare, către nord-vest a Promontoriului nord-dobrogean și îmbrăcarea acestuia cu depozite din ce în ce mai noi (la Adjud structura cuprinde, în ax, depozite permo-triasice, iar la Conteşti, depozite jurasice medii). Acumularea de gaz condensat este cantonată într-un complex de gresii silicioase, cuarțitice și calcaroase de vîrstă bajociană. Alte sonde săpate în flancul estic al structurii au dat indicații de hidrocarburi.

În mod special este de subliniat faptul că structura descrisă anterior este definită la nivelul primelor depozite sarmațiene, care mulează un relief de dogger, a cărui structură intimă nu este încă bine definită; pare însă să reprezinte un monoclin cu înclinare spre est și cu trunchiere spre vest, sub neogen.

Acumulările de hidrocarburi cunoscute la diferite nivele în sarmațian și, mai recent, cele identificate în colectoare jurasice medii din structura Conteşti, au făcut necesară cunoașterea, într-o măsură cît mai amănunțită, a condițiilor în care acestea s-au putut forma, rezultatele obținute oferind eventuale modele aplicabile în proiectarea de noi lucrări geologice pentru hidrocarburi în regiune.

Metodologia utilizată pentru atingerea obiectivelor de mai sus s-a referit la cercetarea, în detaliu, a 93 de carote mecanice din cinci sonde la Conteşti și una la Mîndrișca

Interpretarea și reconstituirea proceselor geologice care au determinat formarea și repartiția spațială a zăcămintelor de hidrocarburi impun, ca o primă necesitate, identificarea și localizarea geologică a rocii-sursă. Această etapă de lucru comportă un complex de tehnici de laborator, mineralogo-petrografice, geochimice, palinologice, care, interpretate în contextul structo-genetic al regiunii cercetate, pot conduce, atît la caracterizarea secvențelor generatoare, cît și la precizarea potențialului petroligen al acestora, noțiune prin care se înțelege, de regulă, calitatea și, într-o măsură relativă, cantitatea hidrocarburilor posibil generate.

Indiferent de sistemele de analiză, prelucrare și interpretare a datelor, roca-sursă de hidrocarburi se determină prin studiul substanței organice solubile sau insolubile diseminate în secvența cercetată, al gradului ei de maturizare termică, respectiv al capacității de a se transforma în hidrocarburi. Momentul de conversie în hidrocarburi (migrația primară), formele sale și

timpul geologic cînd se definitivează generarea hidrocarburilor, accesul în capcane și, în general, condițiile de acumulare și conservare reprezintă etape ulterioare de cercetare, elucidarea lor fiind direct legată de volumul, calitatea și de interpretarea informațiilor.

Metoda de lucru

În condițiile de elaborare rapidă a unor concluzii și, în special, dat fiind caracterul de introducere al problematicii respective în cercetarea potențialului petroligen din Depresiunea Bîrladului, s-a adoptat o metodologie simplificată, bazată, în cea mai mare parte, pe studiul optic al kerogenului [4], completată cu analize chimice elementare la cîțiva componenți principali (carbon, hidrogen, oxigen), satisfăcătoare la nivelul posibilităților actuale.

Deși, inițial, s-au luat în considerare numai depozitele jurasice, deschise de sonde la Mîndrișca și Contești, necesitatea urmăririi variației metamorfismului organic pe întreaga coloană stratigrafică, sub adîncimea de 2 000 m cel puțin, a impus extinderea cercetării la depozite mai noi, sarmațiene, iar în cîteva situații, a celor mai vechi. Astfel, au fost prelucrate carote mecanice și cîteva probe de sită, din sondele 4 805 Mîndrișca, 4 121, 4 520, 4 521, 4 522, 4 523 Contești, realizîndu-se 93 analize complexe, după cum urmează :

sarmațian	60
badenian/sarmațian	4
jurasic (toarcian-callovian)	26
prejurasic	3
total :	93

Se menționează că în sonda 4 805 Mîndrișca, la ultimele două carote din neogen, între 4 108—4 194 m, analizele palinologice sugerează prezența badenianului în continuitate de sedimentare cu sarmațianul suprajacent, dar această posibilitate nu afectează, în nici un fel, considerentele asupra substanței organice.

Litologic, secvențele cercetate sînt reprezentate, în ordinea frecvenței, de lutite, arenite și, subordonat, microconglomerate și calcare.

Substanța organică insolubilă (kerogenul) extrasă prin metode palinologice s-a analizat potrivit metodologiei stabilite la I.C.P.P.G. Aceasta comportă : determinarea cantității de kerogen la 100 g rocă, a procentajelor de participare ale carbonului organic, hidrogenului, oxigenului, a fluorescenței (*F*) în spectrul ultraviolet, a reflectanței vitrinitului (*Ro*), translucenței (*T*) și a variațiilor de culoare.

Interpretarea acestor date, în funcție de adîncimea de îngropare a depozitelor studiate (fig. 1), a permis stabilirea tipului de kerogen, indexului de metamorfism organic (IMO), gradului de metamorfism organic (*GMO*), iar, în final, a potențialului petroligen (*Pp*), precum și unele aprecieri privind hidrocarburile posibil generate.

Potențialul petroligen al sarmațianului

Sarmațianul, bine dezvoltat în aria respectivă, a fost cercetat pentru stabilirea potențialului petroligen al depozitelor sale, de la adîncimea de 2 000 m pînă la circa 4 200 m (dacă se includ și două carote din sonda 4 805 Mîndrișca unde ar putea fi prezent și badenianul terminal). În general, conține o mare cantitate de substanță organică, cea insolubilă, *kerogenul* (*K*), care a făcut obiectul analizelor, situîndu-se între 1,5 și 2,3 g/100 g rocă, valori ce indică un aport organic apreciabil în bazin. Originea preponderent continentală, reflectată, atît în conținutul palinologic determinabil, cît și în tipul de kerogen, atestă alohtonia, în bună măsură, a acestui material, fracțiunea autohtonă (fitoplanctonul) reprezentînd 20—45%.

Nu s-au putut stabili relații între cantitatea de kerogen și adîncime.

Carbonul organic (*C*) reflectă fidel abundența substanței organice în depozitele sarmațiene, situîndu-se între 65 și 92%, cu o medie de 77% (carotele unde depășește 85—90% putînd fi considerate cu caracter cărbunos). În general, *C* organic crește cu adîncimea, ceea ce atestă influența treptei geotermice în procesul de maturizare a substanței organice.

Hidrogenul (*H*) se situează la valori proporționale normale în raport cu *C* organic, între 5 și 13%. Participarea sa scade în ansamblu, cu adîncimea, fapt care poate fi asociat, atît cu creșterea *C* organic, cît și cu influența argilelor, foarte frecvente în coloana sarmațianului. Aprecieri privind legitatea distribuției *H* în funcție de adîncime sînt inoportune în studiul de față.

Oxigenul (*O*) este destul de modest reprezentat, cu valori între 3 și 7,25% (media 4,80). Scăderea conținutului în *O* cu adîncimea este, global, evidentă în secvențele investigate, chiar dacă nu este constantă și indică incompatibilitatea evoluției termice a substanței organice (incarbonifiere) cu oxidarea acesteia.

În mai multe kerogene a fost determinat sulful, cu procentaje de participare subunitare.

Fluorescența (*F*), capacitatea de reflexie a substanței organice în radiație ultravioletă, exprimată aici numai calitativ, prin proprietățile strălucirii, indică pentru kerogenul sarmațian o paletă relativ largă de reacții : mat, slab strălucitor, semistrălucitor, strălucitor și puternic strălucitor, cu diverse tente de irizație. Intensitatea strălucirii variind direct proporțional cu gradul de maturizare organică, se poate aprecia, cu relativă ușurință, în contextul celorlalte date de analiză, secvențele în care substanța organică a atins gradul necesar de

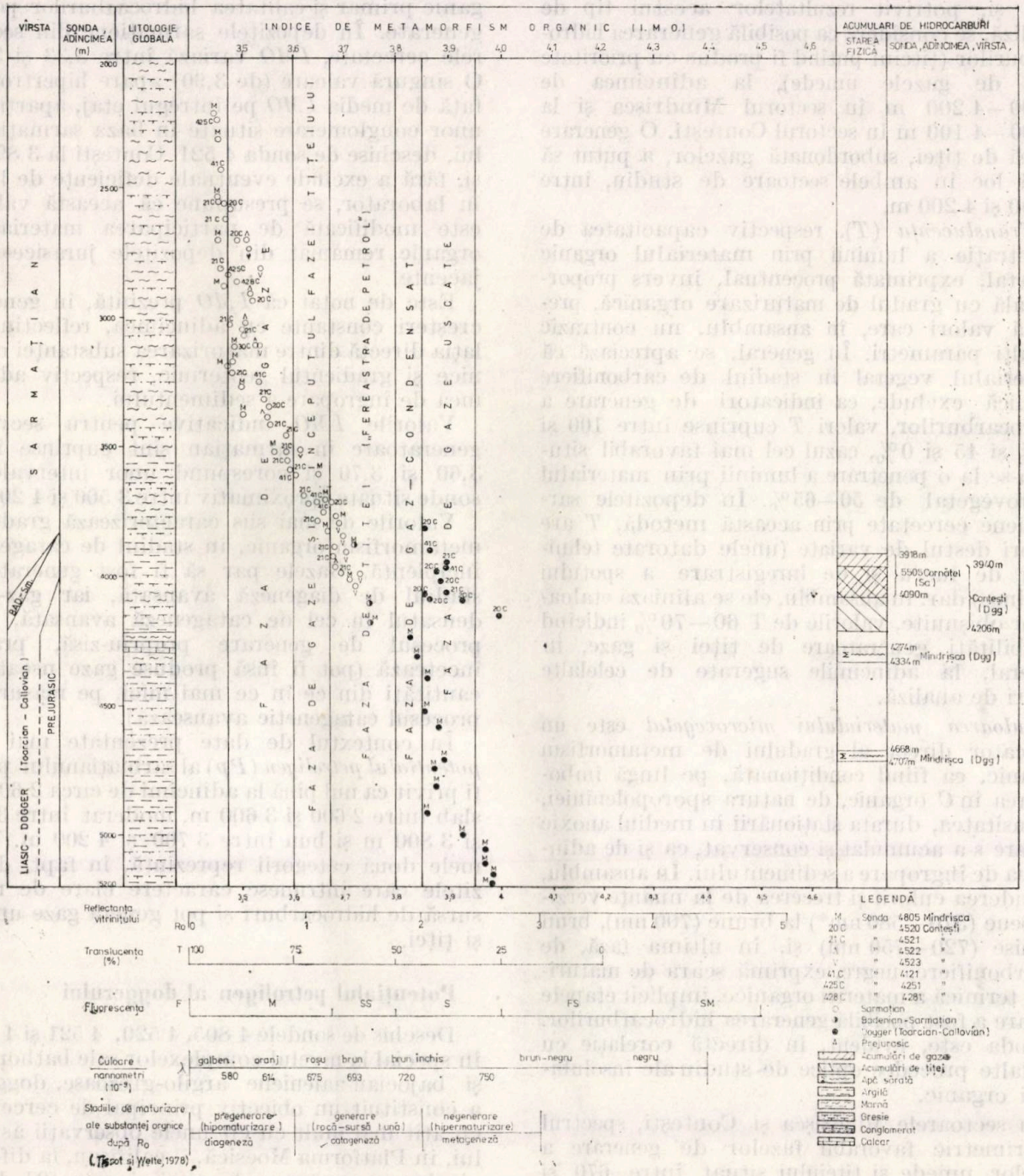


Fig. 1. Variația metamorfismului organic și potențialul petroligen în Depresiunea Bîrladului (sectorul Contești).

maturizare pentru a genera hidrocarburi. Fluorescența recomandă astfel, în sarmațian, ca posibile roci generatoare de țiței și gaze, secvențele dintre adîncimile de aproximativ 3 600—4 200 m (sonda 4 805 Mîndrișca), 3 600—3 750 m (sonda 4 520 Contești), 3 700—3 800 m (sonda 4 121 Contești) 3 500—4 100 m (sonda 4 523 Contești).

Alte intervale, în jurul precedentelor, pot fi susceptibile de a fi generat gaz-condensat și gaze, dar aceste aspecte vor fi tratate cu altă ocazie, în lumina noilor rezultate de analiză.

Reflectanța vitrinitului (*Ro*), respectiv capacitatea de reflexie-refracție a vitrinitului (grup maceral important al materialului vegetal humic insolubil), la excitația în radiația luminoasă de incandescență, exprimă, într-o măsură cantitativă satisfăcătoare, gradul de maturizare termică a kerogenelor sarmațiene. În general, valorile de luat în considerare se situează, după scara—standard internațională, între 0,8 și

1,35 și, potrivit rezultatelor acestui tip de analiză, se consideră ca posibilă generarea hidrocarburilor (țițeiul putînd fi produs cu prioritate față de gazele umede), la adîncimea de 4 100—4 200 m în sectorul Mîndrișca și la 3 800—4 100 m în sectorul Conteşti. O generare slabă de țiței, subordonată gazelor, a putut să aibă loc în ambele sectoare de studiu, între 3 500 și 4 200 m.

Translucența (*T*), respectiv capacitatea de penetrație a luminii prin materialul organic vegetal, exprimată procentual, invers proporțională cu gradul de maturizare organică, prezintă valori care, în ansamblu, nu contrazic ceilalți parametri. În general, se apreciază că materialul vegetal în stadiul de carbonifiere termică exclude, ca indicatori de generare a hidrocarburilor, valori *T* cuprinse între 100 și 75% și 45 și 0%, cazul cel mai favorabil situîndu-se la o penetrare a luminii prin materialul microvegetal de 50—65%. În depozitele sarmațiene cercetate prin această metodă, *T* are valori destul de variate (unele datorate tehnicilor de lucru și de înregistrare a spotului luminos) dar, în ansamblu, ele se aliniază etaloanelor obișnuite, valorile de T 60—70% indicînd posibilități generatoare de țiței și gaze, în general, la adîncimile sugerate de celelalte tipuri de analiză.

Culoarea materialului microvegetal este un indicator direct al gradului de metamorfism organic, ea fiind condiționată, pe lîngă îmbogățirea în *C* organic, de natura sporopoleniniei, intensitatea, durata staționării în mediul anoxic în care s-a acumulat și conservat, ca și de adîncimea de îngropare a sedimentului. În ansamblu, închiderea culorii și trecerea de la nuanțe verzi-galbene (570—580 nm*) la brune (700 nm), brun închise (720—750 nm) și, în ultima fază, de incarbonifiere, negre, exprimă scara de maturizare termică a materiei organice, implicit etapele în care a fost posibilă generarea hidrocarburilor. Metoda este, evident, în directă corelație cu celelalte procedee optice de studiu ale insolubilului organic.

În sectoarele Mîndrișca și Conteşti, spectrul colorimetric favorabil fazelor de generare a gazelor umede și țițeiului situat între 670 și 710 nm, corespunde intervalului de adîncime în sonde cuprins între 3 500 și 4 200 m din sarmațian. Faza în care a fost posibilă generarea gaz-condensatului, în jur de 720 nm, se plasează în coloana stratigrafică la nivelul doggerului, între aproximativ 4 200 și 4 500 m și va fi discutată ulterior.

Indicele de metamorfism organic (*IMO*) cumulează toate datele de analiză în valori etalonate într-o scară tip [1], în directă corelație cu potențialul petroligen, natura materialului organic primar și calitatea hidrocarburilor posibil generate. În depozitele sarmațiene din sectoarele cercetate, *IMO* variază între 3,33 și 3,74. O singură valoare (de 3,90) apare hipertrofiată față de media *IMO* pe întregul etaj, aparținînd unor conglomerate situate în baza sarmațianului, deschise de sonda 4 521 Conteşti la 3 898 m și, fără a exclude eventuale deficiențe de lucru în laborator, se presupune că această valoare este modificată de participarea materialului organic remaniat din depozitele jurasice subjacente.

Este de notat că *IMO* prezintă, în general, creșteri constante cu adîncimea, reflectînd relația directă dintre maturizarea substanței organice și gradientul geotermic, respectiv adîncimea de îngropare a sedimentului.

Valorile *IMO* indicative pentru secvențe generatoare în sarmațian sînt cuprinse între 3,60 și 3,70 și corespund unor intervale în sonde situate aproximativ între 3 500 și 4 200 m.

Valorile de mai sus caracterizează grade de metamorfism organic, în stadiul de catageneză incipientă. Gazele par să fi fost generate în stadiul de diageneză avansată, iar gaz-condensatul în cel de catageneză avansată, cînd procesul de generare propriu-zisă, practic încetează (pot fi însă produse gaze uscate în cantități din ce în ce mai mici, pe măsură ce procesul catagenetic avansează).

În contextul de date prezentate mai sus, *potențialul petroligen* (*Pp*) al sarmațianului poate fi privit ca nul pînă la adîncimi de circa 2 600 m, slab între 2 600 și 3 600 m, moderat între 3 500 și 3 800 m și bun între 3 700 și 4 200 m. Ultimele două categorii reprezintă, în fapt, depozitele care întrunesc caractere clare de rocă-sursă de hidrocarburi și pot genera gaze umede și țiței.

Potențialul petroligen al doggerului

Deschis de sondele 4 805, 4 520, 4 521 și 4 121, în special la nivelul complexelor sale bathoniene și bajocian-aaleniene argilo-grezoase, doggerul a constituit un obiectiv principal de cercetare, cu atît mai mult cu cît unele observații asupra lui, în Platforma Moesică, îl calificau, la diferite nivele, ca generator de țiței și gaze [2]. Litofaciesul, în bună măsură argilitic, mediul de sedimentare preponderent anoxic, adîncimea de îngropare corespunzătoare dezvoltării unor roci-sursă, ca și indicațiile de țiței (Conteşti) și apă sărată (Mîndrișca), au constituit premise favorabile ca doggerul din acest sector să fie considerat „a priori" cu un potențial petroligen pozitiv.

Kerogenul este prezent în cantități apreciabile, în numeroase eșantioane depășind pînă la de 4—5 ori pe cel sarmațian. Cantități de peste 5 g/100 g rocă reprezintă acumulări organice încadrate în categoria celor extrem de mari.

* 1 nannometru = 10^{-9} m.

Masa de insolubil din carotele toarcian-aaleniene din sonda 4 805, de la 5 129 și 5 193,6 m are o greutate mai mare de o zecime din cea a rocii (12 g/100 g rocă) care, deși un caz de excepție, confirmă observația de mai sus, încadrîndu-se și prin acest aspect, mai puțin cunoscut și întrebuințat, în definiția sedimentologică a liasicului continental-paralic. Ca și în sarmațian, *K* jurasic nu prezintă variații cantitative în funcție de adîncimea de îngropare a depozitelor purtătoare.

Carbonul organic (*C*) variază proporțional cu *K*, prezentînd procentaje între 80 și 91%, în general, cu creșteri constante în funcție de adîncime, media depășind cu circa 10% pe cea a sarmațianului și confirmînd caracterul cărbunos al depozitelor respective, mai evident în secvența toarcian-bajociană inferioară.

Hidrogenul și oxigenul prezintă valori mai mici decît în sarmațian, de aproximativ o dată și respectiv cinci ori, reflectînd accentuarea regimului sedimentar anoxic. Procentajele, în jur de 1,5% ale 0, indică cu certitudine absența aproape totală a proceselor oxidative, fenomen legat, în bună măsură, atît de izolarea substanței organice de fazele oxigenate ale bazinului, cît și de absența, practic totală, a activității bacteriilor, inhibate de creșterea temperaturii.

Sulful este, în general, abundent, indiferent de natura litologică a depozitelor, atestînd, ca și alți componenți, relativa stabilitate a mediului reducător. Procesele ridicate de pirită din argilele doggerului s-ar putea datora, în mare măsură, acestui proces.

Fluorescența (*F*) prezintă, invariabil, același aspect, exprimat printr-un luciu semimetalic, determinat de capacitatea de reflectare a UV, foarte ridicată. Fenomenul se datorează tendinței de formare a unei rețele cristaline a carbonului organic (cum se întîlmplă în cazul grafitului), sugerînd o maturizare termică relativ avansată.

Reflectanța vitrinitului (*Ro*) se situează între 1,85 și 2,53, valorile în jur de 2,20 fiind cele mai frecvente. Acest parametru indică, potrivit principiilor de lucru adoptate, o maturizare termică a substanței organice, care depășește faza de generare a hidrocarburilor, în cîteva carote din sonda 4 805 Mîndrișca, determinîndu-se valori *Ro* indicative pentru o slabă producere de gaz-condensat. De remarcat că la aproximativ aceeași adîncime de îngropare, între 3 800 și 4 200 m, reflectanța kerogenului jurasic mediu este mult mai puternică decît a celui sarmațian, confirmînd ipoteza potrivit căreia fiecare ciclu de sedimentare își are propriul său regim caloric, respectiv un gradient geotermic specific [5; 7; 8]. Acest fapt este extrem de util în calculul temperaturilor de formare a hidrocarburilor, respectiv al adîncimii la care s-a declanșat migrația primară.

În dezvoltarea ipotezei de mai sus, se menționează că aceleași depozite jurasice medii aflate în sectorul Conteşti la adîncimi în jur de 4 000 m au *Ro* mai ridicată decît cele din sectorul Mîndrișca, situate la adîncimi pînă la 5 000 m. Acest aparent paradox își poate avea explicația în distribuirea diferențiată a celorlalți factori de termicitate, în afară de adîncime, care afectează evoluția substanței organice, aspect discutat în finalul acestui capitol.

Translucența (*T*) se situează la parametri normali conținutului în *C* organic și *Ro*, materialul analizat manifestînd evidente tendințe de opacizare, fenomen specific unui metamorfism organic relativ avansat. În acest stadiu *T* nu sugerează posibilități clare de generare a hidrocarburilor, cu excepția gazelor uscate și, local (Mîndrișca), gaz-condensatului.

Culoarea materialului microvegetal este caracterizată de un spectru limitat între lungimile de undă de 725 și 750 nm, corespunzătoare nuanțelor de „brun închis". În general, acest spectru, adăugat la o translucență sub 50% și un kerogen practic humic, indică un stadiu de termo-evoluție organică avansat și, în general, disponibilități generatoare foarte slabe sau practic nule.

Indicele de metamorfism organic (*IMO*) rezultat din datele prezentate anterior, se situează între 3,89 și 3,99, în general crescînd cu adîncimea. Ca și în cazul *Ro*, se notează că cel mai mare *IMO* (3,99) s-a determinat la adîncimea de 4 177,3 m în sectorul Conteşti, în timp ce valori mai mici (3,93—3,98), s-au înregistrat în sectorul Mîndrișca, la adîncimi cu 1 000 m mai mari (4 991,7 m, 5 051 m, 5 103 m, 5 129 m, 5 193,6 m). Această observație confirmă existența unui regim termic neomogen distribuit în regiune, în cuprinsul aceleiași perioade de timp.

Interpretarea *IMO* în secvența jurasică medie din zonă indică o fază de generare a hidrocarburilor depășită pentru țiței (fig. 1). Posibilitatea generării gaz-condensatului este moderată, dată fiind grosimea redusă a posibilei roci-sursă, cea mai mare parte a secvenței jurasice medii fiind plasată în faza de generare a gazelor uscate (metan). Provenind din cracarea rocilor-sursă de țiței, ca și, important de reținut, din petrolul crud aflat în rezervoare, metanul, în această existență solitară, este extrem de labil, atît prin proprietățile sale fizice intrinseci, cît și prin ușurința cu care este convertit, sub influența sulfului, în hidrogen sulfurat, mult mai stabil. Din acest punct de vedere, astfel de depozite, aflate în faza de gaz uscat, se recomandă a fi valorificate, dacă există condiții hidrogeologice adecvate, pentru ape minerale.

Datele prezentate mai sus arată că depozitele doggerului din zona cercetată sînt în stadiul de catageneză avansată-metageneză incipientă și,

ca urmare, prezintă un potențial petroligen (*Pp*) nul sau foarte slab. Din considerentele arătate mai sus, posibiltatea generării gazelor uscate nu indică o rocă-sursă, tipică, situații de acest gen neluîndu-se în considerare cînd se apreciază, cantitativ, potențialul petroligen al unei formațiuni.

Aprecierea potențialului petroligen în sectorul Conteşti impune identificarea şi caracterizarea rocilor-sursă, ca şi, în măsura posibilităților, cantitativizarea hidrocarburilor posibil generate, element absolut indispensabil în stabilirea perspectivelor regiunii.

Din datele obținute şi din interpretarea lor (fig. 1), rezultă că roca-sursă cea mai reprezentativă poate fi considerată secvența sarmațianului în facies preponderent pelitic, situată la adîncimea de 3 500—4 200 m. Se notează că acumulările de gaze din sonda 5 505 Cornățel sînt cantonate în gresii aparținînd acestui segment, putînd fi astfel considerate în poziție primară, pelitele respective constituind, atît roca-sursă, cît şi stratele protectoare ale rezervorului.

Pelitele doggerului, deşi cu o cantitate de kerogen de cîteva ori mai mare decît în sarmațian, dar de natură humică şi, în special, aflate în stadiul de catageneză, nu pot fi considerate rocă-sursă, ca în Platforma Moesică [2]. Cîteva secvențe subțiri, susceptibile de a fi generat gaz-condensat pot reprezenta însă obiective de urmărit prin extinderea lor în arii limitrofe.

Depozitele prejurasice au fost cercetate numai pe puține eşantioane pentru a conduce la o concluzie pertinentă, dar gradul avansat de maturizare în care se găseşte substanța organică le scoate deocamdată din categoria generatoarelor de hidrocarburi.

Deoarece sectorul cercetat reprezintă o suprafață redusă din cuprinsul Depresiunii Bîrladului, unele considerații asupra condițiilor şi, în ansamblu, a mecanismelor de formare a unor posibile acumulări exploatabile, au un caracter preliminar, generalizarea lor urmînd să se realizeze în funcție de adoptarea aceluiaşi mod de cercetare pentru restul unității.

În legătură cu caracterul acumulărilor de hidrocarburi din acest sector, pe baza concluziilor de mai sus, se pune în mod direct problema originii acestora, respectiv dacă acumulările sînt în stare primară sau migrate. Deşi nu s-au analizat palinologic ape de zăcămînt, se poate totuşi aprecia, că

● Acumulările de hidrocarburi sub formă de gaze, din sarmațian (5 505 Cornățel) sînt primare, poziția lor „in situ" datorîndu-se generatorului de aceeaşi vîrstă.

● Acumulările de țiței din dogger (4 121, 4 520, 4 521 Conteşti) sînt secundare, pelitele de aceeaşi vîrstă depăşind etapa de generare tipică a hidrocarburilor. Este posibil însă ca aceste pelite să fi putut genera cantități modeste de gaz-condensat. Metanul uscat ar fi putut fi şi el generat în cuprinsul doggerului dar, avînd un habitat extrem de labil, are posibilități foarte reduse de acumulare, astfel încît el nu poate fi luat în considerare ca obiectiv de interes major, în activitatea de explorare din această zonă.

● Factorul care a acționat determinant asupra maturizării substanței organice, diferențiind substanțial gradientul geotermic, nu poate fi altul decît hipertermicitatea substratului de natură nord-dobrogeană, cunoscut sub acest aspect, în sectorul Marca-Țepu*). Situația este comparabilă cu Promontoriul Bordei-Verde-Stăncuța, din estul Platformei Moesice, unde substratul argilitic clorito-şistos foarte vechi şi de şisturi verzi, într-un stadiu apropiat anchimetamorfismului, a determinat un flux caloric activ, neomogen distribuit şi recepționat de diversele secvențe sedimentare mai noi**).

În acest mod, se poate explica diferența de gradient geotermic între sectoarele Conteşti şi Mîndrişca la nivelul aceloraşi formațiuni din dogger, acelaşi index de metamorfism fiind la Mîndrişca (substratul se afundă mult) cu circa 1 000 m mai în profunzime decît la Conteşti. La nivelul sarmațianului aceste diferențieri de termicitate sînt mult mai atenuate.

● Ca o observație generală, rezultă că pelitele doggerului nu pot constitui o bună rocă-sursă de hidrocarburi cînd sînt situate direct pe formațiunile Promontoriului nord-dobrogean sau direct influențate de acesta. Dimpotrivă, în sectoarele în care doggerul pelitic se depărtează de acest substrat „cald", fie geografic, fie geologic (prin îngroşare) şi întruneşte condițiile necesare de îngropare, poate deveni un bun generator, aşa cum dealtfel, calitățile sale litosedimentologice îl recomandă în Platforma Moesică.

● Determinate ca un bun generator, pelitele sarmațiene devin responsabile pentru toate acumulările de țiței şi gaze umede din sectorul Conteşti-Mîndrişca, putînd constitui un eventual model geologic apt de extrapolare şi în alte sectoare ale Depresiunii Bîrladului.

● O problemă care urmează a fi rezolvată, în contextul structo-genetic al întregii unități, este modul de formare a unor zăcăminte, respectiv caracterizarea proceselor de migrație secundară, direcțiile, etapele geologice şi intensitatea migrației. În acest sens, dacă pentru rezervoarele sarmațiene sau pliocene direcția migrației poate fi stabilită prin interpretarea directă a raporturilor generator/colector, pentru cele presarmațiene trebuie luată în considerare po-

* Tema nr. 459/1981, I.C.P.P.G.
** Detalii în tema nr. 464/1971, I.C.P.P.G.

ziția capcanelor, în raport de generatorul sarmațian.

● Fără a dispune încă de toate datele necesare, se consideră posibilă migrația secundară a țițeiului sarmațian din poziții coborîte, laterale la vest și est, față de aliniamentul promontoriului, în gresiile bajociene din apexul structurii, sensul fiind, evident, ascendent. Nu se poate preciza intensitatea migrației secundare, dar cantitățile reduse de țiței identificate pînă în prezent la Conteşti pledează pentru o deplasare destul de slabă, în ciuda faptului că volumul total de substanță organică și kerogen este ridicat. În această situație, rămîn ca determinanți capacitatea colectorului și, în general, calitățile globale ale capcanelor.

● Etapele în care migrația secundară s-a desfășurat sînt greu de precizat la gradul actual de cunoaștere, dar, exceptînd unele posibile acumulări de gaz-condensat „în loc", formarea acumulărilor, atît în sarmațian, cît, mai ales, în dogger este ulterioară ultimelor mișcări ale Promontoriului nord-dobrogean și reflexelor pe care acestea le-au putut avea în sectorul vestic al Depresiunii Bîrladului, recte pliocene tardive.

Observațiile de față, departe de a elucida problemele puse în această unitate, de stabilire a condițiilor de formare a zăcămintelor de hidrocarburi, constituie totuși un prim lot de date legate de prezența rocilor-sursă de hidrocarburi, atrăgînd atenția asupra implicațiilor pe care studierea lor le are în mai buna cunoaștere geologică a regiunii și fundamentarea unor noi lucrări de foraj.

Bibliografie

[1] Balteș, N. *Considerații asupra relațiilor dintre gradul de metamorfism al materialului organic din apele primare de zăcămînt și potențialul petroligen al stratului purtător.* Petrol și Gaze, nr. 12, 1973, p. 727—730.

[2] Balteș, N. *Considerații palinologice privind geneza hidrocarburilor și unele roci-sursă din România.* Mine, Petrol și Gaze, nr. 10, 1978, p. 476—485.

[3] Balteș, N. *Metamorphism of different types of organic matter from sedimentary rocks of Romania and their importance for oil generation.* Proc. 10-th World Petr. Congr., Bucharest, PD_1, 1979, p. 43—47.

[4] Balteș, N. *Substanța organică diseminată în rocile detritice și unele metode speciale de studiu ale acesteia.* Mine, Petrol și Gaze, nr. 1—2, 1981, p. 68—77.

[5] Balteș, N. *Studiul optic al substanței organice din depozitele neogene ale Promontoriului Bordei Verde cu privire specială asupra condițiilor de formare a zăcămintelor de hidrocarburi.* Mine, Petrol și Gaze, nr. 6, 1982, p. 290—295, nr. 9, 1982, p. 433—438.

[6] Durand, B. *Kerogen.* TECHNIP, 1980, Paris, 474 p.

[7] Paraschiv, D. *Despre relația temperatură-timp în geneza, migrația, acumularea și conservarea hidrocarburilor.* Mine, Petrol și Gaze, nr. 10, 1976, p. 438—444.

[8] Paraschiv, D., Cristian, M. *Cu privire la regimul geotermic al unităților structurale de interes pentru hidrocarburi din România.* St. cerc. geol. geograf., Ser. geofiz., 14, nr. 1, 1976, p. 65—73.

[9] Tissot, B., Welte, H. *Petroleum formation and occurence, a new aproach to oil and gas exploration.* Springer Verlag, Berlin, Heildelberg, New-York, 1978, 538 p.

Recenzii

B. Almășan și *Gh. Pavel* **Perfecționarea tehnologiilor de săpare a lucrărilor miniere**. Ed. tehnică, București, 1983, 286 pag., 143 fig., 48 tab., 97 ref. bibliografice, format 15×21 cm.

Perfecționarea tehnologiile de săpare este mereu actuală, mai ales într-o perioadă de criză energetică și de „foame" de produse minerale și metale cerute în cantități tot mai mari de industrie.

În acest context, lucrarea *Perfecționarea tehnologiilor de săpare a lucrărilor miniere* aduce o contribuție însemnată la creșterea eficienței de săpare a lucrărilor miniere din țară prin analiza sub toate aspectele a factorilor care concură la realizarea acestor lucrări. Tehnologiile de săpare analizate sînt cele clasice, cu folosirea materialelor explozive. Totuși, pentru comparație, sînt prezentate și unele tehnologii avansate fără explozivi.

După prezentarea succintă a lucrărilor miniere de deschidere și pregătire, a condițiilor geologo-miniere în care ele se execută și a metodelor de săpare cu mijloace mecanizate, se analizează săparea acestor lucrări prin perforare-împușcare. În acest scop, autorii prezintă formule teoretice și rezultate ale unor cercetări legate de parametrii de funcționare ai diferitelor utilaje folosite la perforarea găurilor de mină, la încărcarea rocilor tăiate cu explozivi, evacuarea lor din frontul de lucru, ca și corelarea diferitelor influențe, în vederea asigurării unei compatibilități maxime. În cazul suitorilor sînt prezentate diferitele platforme de săpare și tehnologiile respective.

O atenție deosebită se acordă mecanismului de rupere a rocilor cu ajutorul explozivilor, în vederea creșterii eficienței tehnologiilor de săpare, în care tăierea rocilor se execută prin perforare-împușcare. Sînt prezentate cele mai noi teorii privind acțiunea efectului exploziilor în masivul de roci și posibilități de dirijare a acestui efect. De asemenea, se face o sinteză a teoriei modelării, cu ajutorul căreia se studiază procesul de împușcare în roci. Fenomenele dinamice care apar în roci în momentul exploziei sînt cercetate cu ajutorul tensometriei electrice, fiind prezentate metode originale de cercetare în laborator și „in situ", cu rezultate pozitive în practica curentă de săpare a unor lucrări miniere. Pe baza rezultatelor acestor cercetări se aduc îmbunătățiri metodelor de împușcare, materializate prin scheme mai eficiente de distribuție a găurilor de mină, încărcături de material exploziv rațională, amorsarea capselor milisecundă cu întîrzieri corelate etc. Parametrii de împușcare, stabiliți pe această bază științifică, asigură avansări cu viteze superioare și costuri minime de săpare și susținere a lucrărilor miniere.

Efectul exploziilor în masivul de roci este analizat și sub aspect seismic, prin prezentarea criteriilor de apreciere a parametrilor seismici în roci, acțiunea undelor seismice produse de exploziile din subteran asupra clădirilor și construcțiilor învecinate și modul de dirijare a acțiunii seismice. Analiza este concretizată prin tabele complete de date, care reprezintă un ajutor prețios la proiectare. Pentru controlul și dirijarea activității seismice este prezentată și aparatura corespunzătoare pentru măsurarea acestei activități.

Lucrarea se încheie cu expunerea unor probleme de natură economică, legate de săparea lucrărilor miniere, care cuprinde principii generale de modelare matematică și un model teoretic util pentru cercetarea tehnologiilor de săpare a lucrărilor miniere orizontale.

Cartea se adresează minerilor, dar și constructorilor de lucrări subterane, în care folosirea explozivilor joacă un rol important la executarea diferitelor lucrări. Prin forma de prezentare, practică și concretă a problemelor, lucrarea poate constitui o bază pentru normative de perforare-împușcare în subteran.

Ing. **St. Benea**

INFORMAŢII

TIB'83

În intervalul 6–13 octombrie 1983, Capitala ţării noastre a găzduit ediţia a IX-a a Tîrgului internaţional–TIB'83 — desfăşurat sub deviza **„Comerţ-cooperare-dezvoltare"**. Eveniment de seamă al vieţii economice româneşti şi de largă rezonanţă peste hotare, TIB'83 a ilustrat forţa creatoare a oamenilor muncii din toate ramurile economiei naţionale, capacitatea industriei româneşti de a realiza produse de înaltă tehnicitate şi performanţă, posibilităţile ţării noastre de a participa la diviziunea internaţională a muncii, la intensificarea schimburilor şi cooperării economice şi tehnico-ştiinţifice, la consolidarea, şi pe această cale, a înţelegerii şi păcii în lume.

Interesul pe care această manifestare l-a stîrnit în rîndul cercurilor de afaceri de pretutindeni a fost ilustrat de participarea, la actuala ediţie, a 26 de state cu pavilioane naţionale, a numeroase firme prestigioase din 32 de ţări de pe toate continentele, precum şi a peste 600 de întreprinderi producătoare, centrale industriale, institute de cercetări şi învăţămînt superior din România.

Reflectînd puternica dezvoltare şi modernizare a tuturor ramurilor economiei naţionale, oferta românească la această ediţie a constat, în majoritate, din produse noi şi reproiectate, care s-au remarcat printr-un ridicat nivel tehnic şi calitativ.

★

Din domeniul industriei constructoare de utilaj minier şi petrolier, de rafinării şi instalaţii chimice şi petrochimice — domeniu în care, după cum se ştie, ţara noastră deţine o bogată experienţă, a fost expusă *Maşina de săpat galerii prin frezare cu role INGO–32* produsă la Uzina „1 Mai" Ploieşti. Maşina este un complex capabil să sape galerii cu secţiune circulară cu diametrul de 3 200 mm în roci tari. Maşina sapă direcţional, după un program prestabilit pentru tipul de roci străbătute, corelîndu-şi viteza de tăiere cu capacitatea de transfer a masei de roci tăiate pe o bandă de transport interioară. Instalaţiile pentru evacuarea rocilor tăiate din galerie se ataşează în spatele maşinii. Maşina autopropulsată este condusă de o echipă mică de operatori care asigură, atît întreţinerea ei, cît şi lucrările de susţinere a galeriei. Capul de tăiere al maşinii este antrenat cu motoare electrice la o viteză de rotaţie de 10 rot/min, iar împingerea lui în front este asigurată de doi cilindri hidraulici, care dezvoltă o forţă de apăsare de 360×10^3 daN. Cilindrii de acţionare sînt montaţi pe un ansamblu de bază care susţine întreaga maşină în cursul ciclului de avansare a capului de tăiere, avansarea la un ciclu fiind de 1 200 mm. La terminarea unui ciclu de avansare, maşina întreagă trebuie să fie deplasată, ceea ce este asigurat de un sistem de prese radiale, care se sprijină pe peretele galeriei. Presele sînt extensibile, ajutînd, atît la fixarea maşinii, cît şi la avansarea acesteia. În cursul ciclului de tăiere, operatorul are posibilitatea de a controla parametrii de lucru ai maşinii şi direcţia de săpare, urmărită cu un dispozitiv cu laser, corectînd eventualele abateri. În cursul avansării maşinii, galeria nesusţinută este protejată de un scut montat pe maşină. Maşina este echipată şi cu un perforator frontal, capabil să foreze găuri cu diametrul de 75 mm şi lungimea pînă la 15 m pentru detectarea eventualelor accidente tectonice. Praful produs în front este captat de un sistem de absorbţie şi separare.

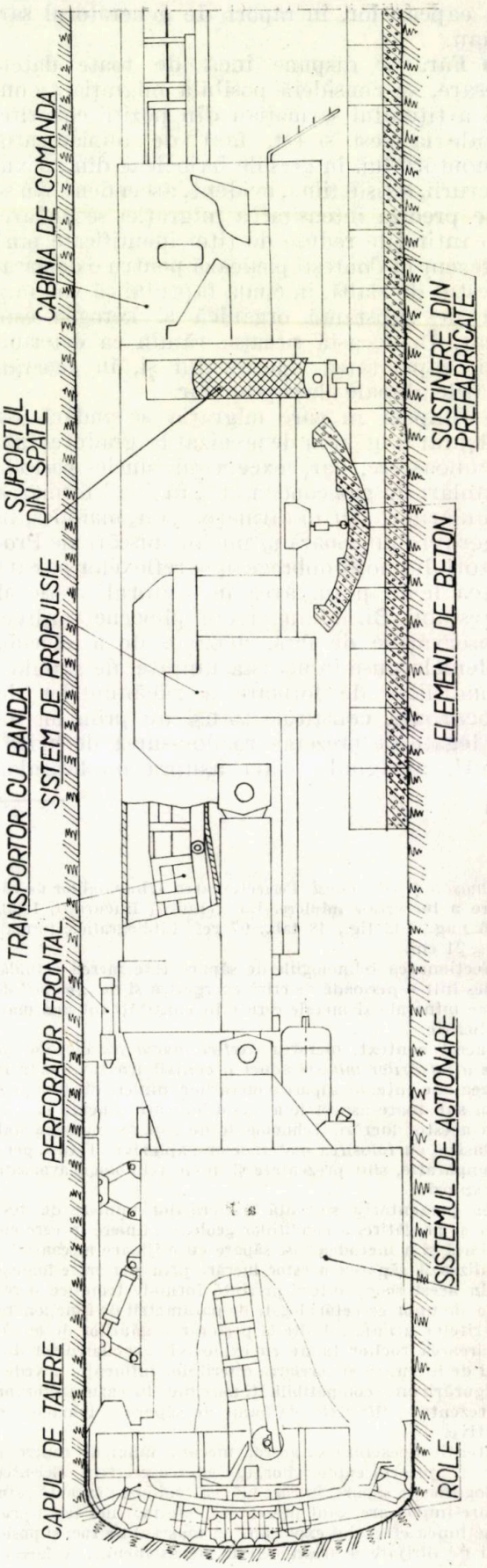


Fig. 1

Principalele caracteristici ale maşinii sînt :

— diametrul capului de tăiere . . . . . 3 200 mm ;
— cursa de avansare . . . . . 1 200 mm ;
— numărul de role . . . . . 26 ;
— momentul maxim de torsiune . . . . 40 000 daNm ;
— acţionarea electrică . . . . 4 × 100 kW/1 500 rot/min ;
— sistemul de evacuare a rocilor frezate . . . . . cupe periferice ;
— puterea instalată . . . . . 1 200 kW ;
— transportorul cu bandă interior :
  • lungimea benzii . . . . . 14,3 m ;
  • lăţimea benzii . . . . . 400 mm ;
  • viteza benzii . . . . . 1,4 m/s ;
  • capacitatea . . . . . 68 t/h ;
— sistemul de forare auxiliar :
  • perforatoare hidraulice pentru găuri de ancore tip FRH . . . . . 3 buc. ;
  • perforator
— greutatea maşinii . . . . . 104 t.

Instalaţie mobilă de perforare IMP—2, proiectată de Institutul de Mine Petroşani în colaborare cu C.C.S.I.T.U.M. Satu Mare şi produsă la Întreprinderea de utilaj minier Petroşani, este destinată perforării găurilor de mină cu lungimi pînă la 3 m, în galerii cu secţiuni cuprinse între 4 şi 26 m², în roci de orice tărie, putînd fi utilizată şi în medii explozive sau grizutoase. Instalaţia este acţionată hidraulic de la un grup de alimentare care, la rîndul său, este acţionat de un motor electric de 5,5 kW la 380 V sau, la cererea beneficiarului, cu un motor pneumatic.

Instalaţia are patru suporţi hidraulici de calare, este echipată cu două perforatoare rotopercutante pneumatice grele tip P—125 cu masa de 93 kg şi are un sistem de menţinere automată a paralelismului găurilor.

Deplasarea se face pe roţi de cale ferată, iar ecartamentul se poate modifica de la 600 la 750 mm doar prin simpla schimbare a poziţiei unor bucşe. Pentru deplasare pe distanţe scurte sau manevrare în frontul de lucru, instalaţia este dotată cu sistem propriu de deplasare, cu acţionare hidraulică, viteza proprie de deplasare fiind de 1,65 km/h.

Instalaţia este realizată în construcţie modulară, putîndu-se demonta şi monta în vederea introducerii în subteran în maximum 24 de ore. Masa celui mai greu subansamblu component este de 500 kg. Înălţimea de la coroana şinei la axul dispozitivelor de rotire ale braţelor de perforare poate fi de 860 sau 1060 mm.

Principalele caracteristici tehnice :

— secţiunea galeriei în care poate lucra . . . . 5—26 m² ;
— lungimea maximă a găurilor de mină . . 2,5—3 m ;
— mecanismul de avans al perforatorului . . . . . pneumatic cu lanţ ;

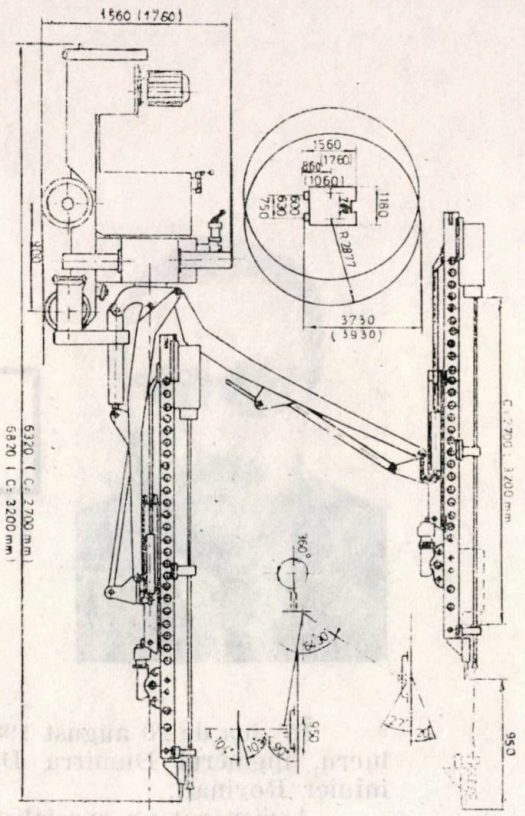


Fig. 2

— presiunea maximă realizată în sistemul hidraulic . . . . . 200 bari ;
— consumul de aer al unui perforator . . 10 Nm³/min ;
— dimensiunile de gabarit în poziţie de transport :
  • lungimea . . . . . 6 820 mm ;
  • lăţimea . . . . . 1 800 mm ;
  • înălţimea . . . . . 1 560 mm ;
  • masa nominală . . . . . 5 300 kg.

Ing. **Şt. Benea**

În perioada 8—11 noiembrie 1983 a avut loc la Timişoara expoziţia tehnică „**Tehnica de peluerare a datelor şi aparatură de măsură ROBOTRON în R.D.G.**", la care s-a prezentat un larg spectru de echipamente ale celor mai diverse linii de export.

VEB Kombinat ROBOTRON este un creator, producător şi exportator de echipamente ale tehnicii electronice de calcul şi de birou, de aparatură de măsură electronică şi, în acelaşi timp, rezolvă şi pune la dispoziţia celor interesaţi aplicaţii orientate pe diferite teme.

• **Aparatul pentru localizarea defectelor**, echipat cu microcalculator 80050, oferă posibilitatea localizării tuturor defectelor de cablu care pot apărea în practică. Prin comanda procesului de măsurare cu ajutorul microcalculatorului, se exclud toate erorile de operare. Aparatul oferă afişarea alfanumerică a valorilor de reglaj şi reprezentarea măsurătorilor pe ecran de mare suprafaţă.

• Aparatură de alarmă pentru incendii, cu posibilităţi de utilizare în industrie, agricultură, transport, constucţii etc. Aparatura respectivă permite detectarea automată a incendiilor în curs de formare, respectiv a pericolului de incendii. Măsurătorile se efectuează cu semnalizor de ionizare şi centrală de avertizare împotriva incendiilor (în regim de funcţionare cu mai multe linii) sau echipament de stingere (cazul cu o singură linie).

• Echipamentul 24017, împreună cu elementele sale funcţionale (sonde de detecţie, surse radioactive, dispozitive port-surse), are drept scop determinarea, controlul şi comanda nivelului de umplere.

• Dozimetrul de zgomot 00080 este un aparat destinat determinării dozei de zgomot la care este supus un lucrător în procesul muncii.

• În procesul de industrializare, mecanizare şi automatizare, se acordă o mare importanţă determinării şi analizei obiective a vibraţiilor şi şocurilor. Sisteme moderne de aparate de laborator şi instalaţii de supraveghere industriale permit rezolvarea optimă a problemelor ridicate de tehnica vibraţiilor :

— aparat multicanal pentru măsurători de vibraţii tip 00 033 şi aparat de măsurat şocuri tip 00 034 ;
— aparat pentru supravegherea industrială a vibraţiilor tip 14000 şi 14010 (execuţie specială) ;
— masă de măsură a vibraţiilor cu reglaj automat ;
— trusă cu măsurător de vibraţii 00 042 şi filtru de bandă joasă pentru măsurători de teren

V.E.

Inginerul Dumitru Dijmărescu

În ziua de 20 august 1983, s-a stins din viață, chiar la biroul lui de lucru, inginerul Dumitru Dijmărescu, director tehnic la Combinatul minier Rovinari.

A dispărut un specialist recunoscut și apreciat al mineritului gorjean și al țării, care și-a dedicat întreaga sa capacitate de muncă și amplele sale cunoștințe meseriei pe care a îmbrățișat-o din tinerețe și pe care a slujit-o, pînă în ultimele clipe, cu devotament și dăruire de sine.

Născut în 26 ianuarie 1930 la Schela-Gorj, după terminarea liceului din Tîrgu Jiu, a urmat cursurile Institutului de Mine din București. În anul 1954, obținînd titlul de inginer de mine, se reîntoarce pe meleagurile natale, pentru a-și aduce, din plin, aportul la dezvoltarea industriei miniere gorjene, care se găsea la începuturile ei.

Datorită calităților sale remarcabile de om, specialist și conducător, a urcat în scurt timp toate treptele ierarhice, de la șef sector, la director de întreprindere și apoi la funcția de director al Direcției de investiții din Combinatul minier Rovinari, pe care a îndeplinit-o cu cinste și demnitate pînă în ultimul moment al vieții sale.

Experiența, cunoștințele, însușirile intelectuale și morale, reliefînd o puternică personalitate, l-au făcut deosebit de util în toată activitatea pe care a desfășurat-o pentru deschiderea și punerea în valoare a zăcămintelor de lignit din Oltenia. Oricare dintre minele din bazinele carbonifere Rovinari, Motru și Jilț vor purta în ele, peste vreme, urmele nestерse ale muncii depuse cu atîta dăruire de cel ce a fost inginerul Dumitru Dijmărescu.

Pentru meritele sale deosebite și pentru activitatea dedicată mineritului a fost distins cu ordine și medalii ale Republicii Socialiste România.

Prin încetarea din viață a inginerului Dumitru Dijmărescu, colectivele de mineri din Oltenia și din țară au suferit o pierdere greu de înlocuit.

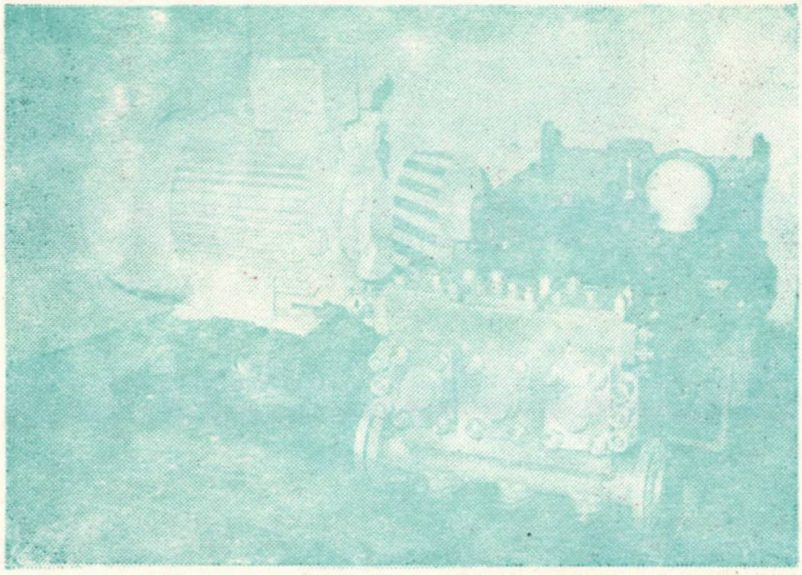
Și dacă acest om distins și modest nu mai este printre noi, viața și munca sa vor rămîne un exemplu pentru toți cei care l-au cunoscut.

MINISTERUL PETROLULUI

ÎNTREPRINDEREA DE REPARAT MOTOARE GRELE ŞI INSTALAŢII PETROLIERE

I.R.M.G.I.P.

produce



- Piese de schimb pentru motoare de foraj MB 820, MB 836, Wola, D6.
- Piese de schimb pentru compresoare XOB, XVG, 8 GK, 10 GK, 2 SG 50, TVR.
- Scule, dispozitive, aparate şi utilaje pentru mecanizarea lucrărilor pe podul sondei şi în parcurile de separatoare:
  - Cap hidraulic 50 tf şi 32tf.
  - Troliu pneumatic 1,2 tf şi 3 tf.
  - Manifold colector cu acţionare electrică sau manuală.
  - Pompă de gazolină 2 PG 20.

repară

Motoare pentru foraj MB 820 şi MB 836; Wola şi D6.

Convertizoare CHC 650 şi 750.

Cilindri compresor XOB, 8 GK, de la 2.1/2" la 18" Ø.

I.R.M.G.I.P.,
POIANA CIMPINA
judeţul Prahova
Cod 2158
Telefon: 50151
50152
50153
50154
Telex 19627.

1984 JAN 0 6

MINISTERUL MINELOR

combinatul minier cluj

PRODUCE:

Nisipuri clasate, caolinuri, argile, bentonită, precum şi:

CUARTURI GRANULATE
în instalaţiile:
Aghireş şi Făgetul Ierii,
utilizate în:

- instalaţiile de filtrare a apei;
- industria materialelor de construcţii;
- foraje;
- siderurgie.

CUARTURILE GRANULATE se produc în sortimente granulometrice în următoarele clase:

1.....2, 8mm.
0,71.....2, 8mm.
0,5.....3, 15mm.
0,5.....2mm.
0,2.....0, 8mm.
0,2.....1mm.
2.....6mm.

La cerere se pot livra şi alte sortimente.
Superioritatea CUARTURILOR GRANULATE rezultă din compoziţia chimică a acestora:

- bioxid de siliciu între 96 şi 97%;
- trioxid de fier între 0,5 şi 0,6%;
- coeficient de neuniformitate între 1,5 şi 2,5%;
- substanţe organice între 0,2 şi 0,5%.

1445

MINE PETROL GAZE

BUCUREȘTI - ROMÂNIA * Vol. 34, decembrie 1983

12

MINISTERUL PETROLULUI

INTREPRINDEREA CAROTAJ ȘI PERFORARE PLOIEȘTI

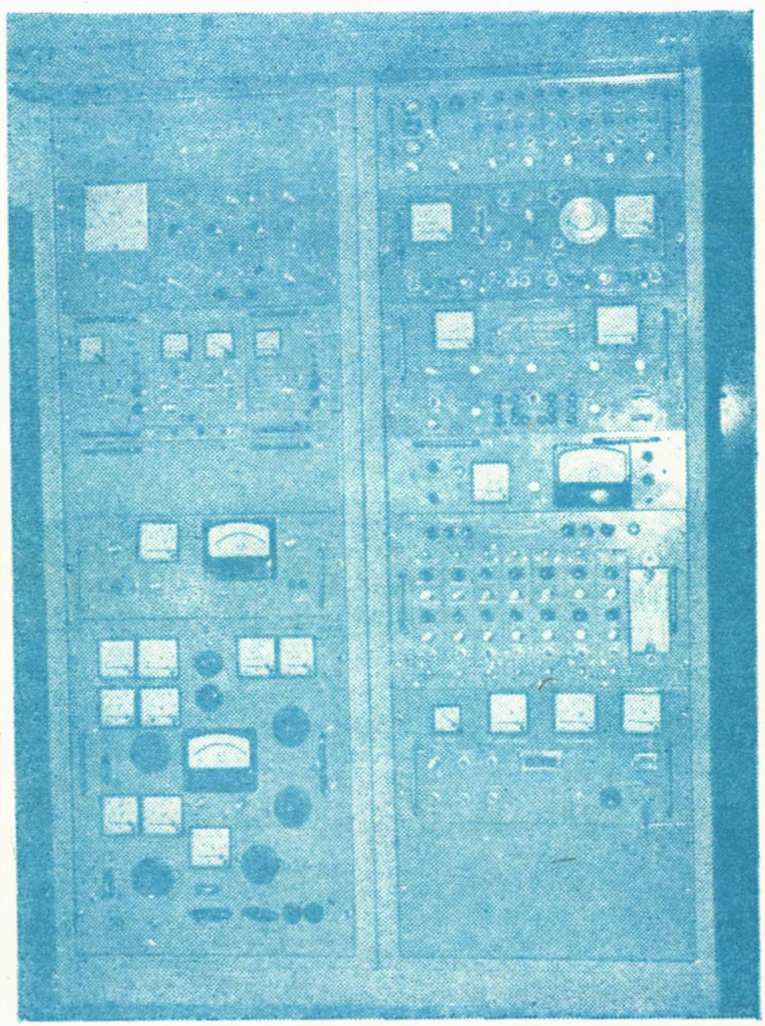
Str. Clopotei nr. 2 A
TELEFOANE: 4.54.21 - 1.17.74 - 2.34.40 - 2.18.42
TELEX : 207

Intreprinderea Carotaj şi Perforare Ploieşti execută o gamă complexă de investigări geofizice de sondă pentru toate tipurile de sondă-referinţă, la presiuni şi temperaturi ridicate (1400 bar şi 175°C), precum şi prelucrarea cantitativă a diagrafiei la sistemul de calcul propriu pentru toate tipurile de formaţiuni.

Intreprinderea poate executa operaţiuni de investigare moderne, cum sînt :

- Carotaj electric special
- Carotaj electric standard
- Microcarotaj
- Microlaterolog cuplat cu cavernometrie
- Cavernometrie
- Carotaj inductiv dual
- Dual laterolog
- Carotaj neutronic compensat
- Carotaj compensat de densitate
- Carotaj acustic de viteză
- Carotaj acustic de cimentare
- Cromatografie
- Deviaţia sondelor şi dirijarea lor
- Pandajmetrie continuă

Diagrafia se prelucrează automat cu pas de eşantionare 0,2m cu programe stabilite special pentru tipuri de formaţiuni litologice şi condiţii tehnice speciale, determinîndu-se parametrii de porozitate, saturaţie etc.



MINE, PETROL ŞI GAZE

ORGAN AL MINISTERULUI MINELOR ŞI MINISTERULUI PETROLULUI

ANUL XXXIV

Nr. 12 1983

INFORMAREA ZIARELOR ... 1983

CUPRINS

Mataca, E., Mironovici, R. **Echipament pentru mecanizarea tăierii şi susţinerii în galerii şi abataje cameră** 570

Constantinescu, I., Sîrbu, R., Mihăiţă, Gh. **Studiul efectelor mişcărilor vibratorii în procesul de epurare a apelor reziduale încărcate cu suspensii minerale** 576

Pop, Gh., Prie, O., Apostol, I. **Măsurarea umidităţii concentratelor** . . 580

Joja, T. **Cîteva observaţii cu privire la variaţia grosimii Stratelor de Viţeu din flişul marginal dintre Valea Sucevei şi Valea Sucevîţei** . 583

Petre, N. **Dimensionarea garniturilor de prăjini de pompare (II)** 585

Dobrinescu, D., Nicoară, A., Somoghi, V. **Problemele termice ale conductelor pentru transportul hidrocarburilor congelate** 591

Petcu, D. **Nomogramă pentru determinarea debitului de apă injectată în sonde** 597

Stănculescu Constanţa **Geologia miocenului inferior pericarpatic din Moldova cu privire specială asupra perspectivelor de petrol şi gaze.** 598

Recenzii

Index

COLEGIUL DE REDACŢIE

Ing. VASILE SCRIPĂŢ, *preşedinte;* **dr. ing. GHEORGHE ALDEA; ing. ŞTEFAN BENEA; dr. geol. IOSIF BERCIA ing. TEODOR BORU; dr. ing. GHEORGHE DONŢOV DANU; ing. VIRGIL FĂTU; dr. ing. IANCU GEANGĂLĂ; dr. ing. FLOREA NEAGU; ing. NICOLAE PANTILIE; ELENA VRÂNCEANU,** *redactor.*

REZUMATE

C.Z. 65.011.54:622.232:622.281/284

Mataca, E., Mironovici, R. *Echipament pentru mecanizarea tăierii şi susţinerii în galerii şi abataje cameră*

Autorii redau rezultatele cercetărilor teoretice privind adaptarea combinelor de înaintare cu tăiere punctiformă la un sistem de deplasare pe monorai şi pe transportor.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 12, 1983

C.Z. 622.793.5 : 534 : 622.794.2

Constantinescu, I., Sîrbu, R., Mihăiţă, Gh. *Studiul efectelor mişcărilor vibratorii în procesul de epurare a apelor reziduale încărcate cu suspensii minerale*

În scopul recirculării apelor reziduale provenite în procesele de preparare a substanţelor minerale utile, autorii prezintă rezultatele cercetărilor referitoare la intensificarea vitezei de limpezire a şlamurilor sterile prin vibrarea şi fundamentarea fenomenelor fizico-chimice ce apar în timpul vibrării.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 12, 1983

C.Z. 622.794.22 : 550.835

Pop, Gh., Prie, O., Apostol, I. *Măsurarea umidităţii concentratelor*

În vederea măsurării umidităţii concentratelor, autorii propun realizarea unui umidimetru pentru instalaţiile de preparare, respectiv metalurgie, bazat pe principiul măsurării radiometrice.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 12, 1983

C.Z. 551.7 : 553.98

Joja, T. *Cîteva observaţii cu privire la variaţia grosimii Stratelor de Viţeu din flişul marginal dintre Valea Sucevei şi Valea Sucevîţei*

Se prezintă Stratele de Viţeu cu o grosime care scade treptat în sensul VE de la 100 la 40 m în Pînza de Tarcău şi brusc la 10 m în cea de Doamna în semifereastra de la Gura Putnei. Pe baza acestei constatări, autorul consideră că solzul de la Gura Voivodesei trebuie atribuit Pînzei de Tarcău şi nu ca o lamă de sariaj, aparţinînd Pînzei de Doamna. Această consideraţie ar putea avea unele implicaţii în cercetarea hidrocarburiîor în zonele învecinate din vestul Moldovei de Nord

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 12, 1983

C.Z. 622.24.053 : 621.65

Petre, N. *Dimensionarea garniturilor de prăjini de pompare (II)*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 12, 1983

C.Z. 622.692.4 : 622.323

Dobrinescu, D., Nicoară, A., Somoghi, A. *Problemele termice ale conductelor pentru transportul hidrocarburilor congelabile*

Autorii stabilesc o metodă de calcul pentru variaţia temperaturii lichidului transportat în timp la o întrerupere accidentală a pompării. Pentru aceasta s-au efectuat determinări experimentale, necesare stabilirii unei relaţii pentru calcularea coeficientului de convecţie liberă la lichidele staţionate în conducte orizontale. În final se prezintă un exemplu de calcul termic pentru transportul benzenului pe o conductă izolată cu poliuretan şi plasată în sol, utilizîndu-se relaţiile stabilite.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 12, 1983

C.Z. 622.243.143 :622.241.7

Petcu, D. *Nomogramă pentru determinarea debitului de apă injectată în sonde*

Nomograma prezentată — rezultat al activităţii autorului în producţie — conduce la uşurarea muncii operatorilor şi la o mai bună dimensionare a aparatelor de măsură în funcţie de planul de injecţie al fiecărei sonde.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 12, 1983

C.Z. 551.782.11 : 553.981/982

Stănculescu Constanţa *Geologia miocenului inferior pericarpatic din Moldova cu privire specială asupra perspectivelor de petrol şi gaze*

Se prezintă caracterizarea stratigrafică în detaliu a succesiunii de strate ce intră în alcătuirea molasei miocene inferioare, separată în mai multe unităţi litostratigrafice, identificate prin foraje, corelate în toată aria de dezvoltare a Unităţii pericarpatice a Moldovei, şi se fac consideraţii tectonice care conduc la precizarea zonelor de perspectivă pentru petrol şi gaze.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 12, 1983

CONTENTS

C.Z. 65.011.54 : 622.232 :622.281/284

Mataca, E., Mironovici, R. *Equipment for the cowered cutting and supporting in galleries and chamber mining*

The authors present the results of their theoretical investigations regarding the adaptation of the roadheading machines to a system of monorail and conveyor heulage.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 12, 1983

C.Z. 622.793.2 : 534 : 622.794.2

Constantinescu, I., Sîrbu, R., Mihăiţă, Gh. *Study of the effects of the vibrating movements*

With the purpose of reclaiming residual waters resulting from minerals processing the authors present the results of their research work relating to the increase of the waste slurry clarifying speed by means of vibrations and the substantiation of physico-chemical phenomena appearing during the vibration

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 12, 1983

C.Z. 622.794.22 : 550.835

Pop, Gh., Prie, O., Apostol, I. *Concentrate humidity measurement*

With a view of measuring the concentrates humidity the authors propose the development of a humidometer for the mineral processing plants and metallurgy, based upon the principal of radiometric measurement.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 12, 1983

C.Z. 551.7 : 553.98

Joja, T. *A few remarks concerning the thickness variation of the Viţeu seams in the marginal creep between Suceava Valley and Sucevita Valley.*

The Viţeu seams are presented, with the thickness gradually decreasing on the direction W — E from 100 m to 40 m in the Tarcău Nappe and steeply to 10 m in the Doamna Nappe, in the Gura Putnei semi-inlier. Based upon this finding the author thinks, that the Gura Voivodesei wedge should be attributed to the Tarcău Nappe ratuer than being considered an overthrust blade belonging to the Tarcău Nappe. This consideration could have certain implications in the research for hydrocarbons in the neighbouring areas west of Northern Moldavia.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 12, 1983

C.Z. 622.24.053 : 621.65

Petre, N. *Dimensioning of the pumping rod strings (II)*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 12, 1983

C.Z. 622.692.4 : 622.323

Dobrinescu, D., Nicoară, A., Somoghi, A. *Thermal problems of the pipelines used for the transportation of freezable hydrocarbons*

The authors establish a calculation method for the temporal temperature variation of the transported liquid on an accidental pumping shutdown. For this experimental determinations were made, in order to establish a relation for the calculation of the free convection coefficient of the liquids stationed in horizontal pipelines. Finally an example of thermal calculation is given for the benzene transportation on a polyurethane insulated pipeline located on the ground, by making use of the established relations.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 12, 1983

C.Z. 622.243.143 : 622.241.7

Petcu, D. *Nomogram for determining the water flow rate in well injection*

The presented nomogram — result of the autor's production activity-facilitates the operators work and leads to a better rating of the measurement instruments in function of the injection schedule of each well.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 12, 1983

C.Z. 551.782.11 : 553.981.982

Stănculescu Constanţa *Geology of the pericarpathic Lower Miocene of Moldavia with particular onsight on the oil and gas prospects*

The detailed stratigraphic description of the seam series making up the Lower Miocene Molasse, separated in several litho-stratigraphic units, identified by drilling, correlated over the whole development area of the pericarpathic unit of Moldavia is given and tectonic considerations leading to the location of the oil and gas prospective areas are made.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 12, 1983

Reviews

СОДЕРЖАНИЕ

C.Z. 65.011.54 : 622.232 : 622.281/284

Матака, Э., Миронович, Р. *Оборудование для механизации выемки и крепления горных выработок в камерных очистных забоев*

Авторы представляют результаты теоретического изучения возможности приспособления проходческих точечных комбайнов к системе передвижения по конвейеру или монорельсовой установке.

Ключевые слова: горные выработки, очистные камеры, проведение, оборудование.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 12, 1983

C.Z. 622.793.2 : 534 : 622.794.2

Константинеску, И., Сырбу, Р., Михэицэ, Г. *Изучение эффектов колебательных движений*

В целях кругооборота сточных вод обогатительных фабрик, авторы представляют результаты исследований, касающихся интенсификации скорости осветления путём вибраций породных шламов и обоснование физико-химических явлений, возникающих при вибрации.

Ключевые слова: обогатительные фабрики, сточные воды, осветление, вибрации.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 1, 1983

C.Z. 622.794.22 : 550.835

Поп, Г., Прие, О., Апостол, И. *Измерение влажности концентратов*

В целях измерения влажности концентратов, авторы предлагают создание влагомера для обогатительных

фабрик и металлургических заводов, основанного на принципе радиометрических измерений.

Ключевые слова: концентраты, влажность, влагомер, радиометрические измерения.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 12, 198

C.Z. 551.7 : 553.98

Жожа, Г. *Некоторые замечания к изменению мощности пластов зоны Вицеу в окрестном флише между Долиной Сучава и Долиной Сучевица*

Представлены пласты зоны Вицеу с постоянно уменьшающейся мощностью в направлении ЗВ со 100 до 40 м в зеркале Таркэу и сразу до 10 м в зоне Доамна, в полуокне зоны Гура Путней. На основе этого, автор считает, что чешуя зоны Гура Войводесей принадлежит зеркалу Таркэу и не является частью сброса зеркала Доамна. Данное соображение смогло бы содействовать при исследовании наличия углеводородов в соседних зонах западной части Северной Молдовы.

Ключевые слова: углеводородные пласты, переменная мощность, Северная Молдова.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 12, 1983

C.Z. 622.24.053 : 621.65

Петре, Н. *Определение размеров насосных штанг* (II)

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 12, 1983

C.Z.622.692.4 : 622.323

Добринеску, Д., Никоарэ, А., Сомоги, А. *Тепловые вопросы трубопроводов для транспорта замараживаемых углеводородов*

Авторы установливают метод расчёта изменения температуры транспортируемой жидкости во время случайной остановки нагнетания. В этих целях были проведены экспериментальные определения, необходимые для нахождения формулы подсчёта коэффициента свободной конвекции стационарных жидкостей в горизонтальных трубопроводах. Представлен пример теплового подсчёта транспорта бензена по изолированному полиуретаном трубопроводу закопанному в земле, использовав полученные формулы.

Ключевые слова: тепловой расчёт, транспорт углеводородов, коэффициент конвекции, стационарные жидкости.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 12, 1983

C.Z. 622.243.143 : 622.241.7

Петку, Д. *Номограмма для определения количества воды, нагнетаемой в скважину*

Представленная номограмма, являющаяся результатом производственной работы автора, способствует улучшению работы операторов и лучшему подбору измерительной аппаратуры в зависимости от поверхности нагнетания в каждой скважине.

Ключевые слова: буровая скважина, нагнетаемая вода, номограмма.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 12, 1983

C.Z. 551.782.11 : 553.981/982

Стэнеску Константа *Геология перикарпатского нижнего миоцена Молдовы с особым рассмотрением перспектив нефти и гава*

Представлена детальная стратиграфическая характеристика последовательности пластов, входящих в состав молассы нижнего миоцена, разделенная в нескольких литостратиграфических единицах, выявленных буровыми работами, проведенными на всей территории развития Перикарпатской единицы Молдовы. Приводятся тектонические соображения, способствующие уточнению перспективных зон нефти и газа.

Ключевые слова: Перикарпатская зона, Молдова, нижний миоцен, перспективы нефти и газа.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 12, 1983

Рецензии

SOMMAIRE

C.Z. 65.011.54 : 622.232 : 622.281/284

Mataca, E. Mironovici, R. *Équipement pour la mécanisation de l'abatage et du souteneent des voies et des chantiers aux fronts étroit*

Les auteurs présentent les résultats des recherches théoriques visant l'adaptation des haveuse-chargeuses pour traçage à un système de déplacement sur monorail et sur un transporteur à bande.

Mine Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 12, 1983

C.Z. 622.793.2 : 534 : 622.794.2

Constantinescu, I., Sîrbu, R. et Mihăiţă Gh. *L'étude des effets des mouvements vibratoires*

Afin de recirculer les eaux résiduels qui proviennent des opérations de preparation des substances minérales utiles, les auteurs présentent les données des recherches effectués pour intensifier la vitesse de clarification des schlammes stériles par vibration et de faire evidence aux phenomènes physico-chimiques qui se manifestent pendant la vibration.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 12, 1983

C.Z. 622.794.22 : 550.835

Pop, Gh., Prie, O. Apostol, I. *Mesurement de l'humidité des concentrés*

Pour le mesurement de l'humidité des concentrés les auteurs proposent la réalisation d'un humidemètre destinés aux installations de préparation respectivement pour métalurgie basé sur le principe du mesurement radiométrique.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 12, 1983

C.Z. 551.7 : 553.98

Joja, T. *Quelques observations sur la variation de la puissance des couches de Viţeu de flisch marginal situé entre Valea Sucevei et Valea Sucevîţei*

Sont présentées les coûches de Viţeu avec une puissance qui diminur graduellement vers WE de 100 à 40 m dans la nappe de charriage de Tarcău et soudain à 10 m dans celle de Doamna dans la demifenêtre de Gura Putnei. Basé sur cette constatation l'auteur considère que l'écaille de Gura Voivodesei doit être attribué à la nappe de charriage de Tarcău et non comme une lame de charriage apartenant à la nappe de Doamna. Cette considération pourait avoir quelques implications dans l'exploration des hydrocarbure qans les zones voisines de l'ouest de Moldova de Nord.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 12, 1983

C.Z.622.24.053 : 621.65

Petre, N. *Le dimensionement des trains de tiges de pompage (II)*

Mine, Petrol şi Gaze vol. 34, nr. 12, 1983

C.Z. 622.692.4 : 622.232

Dobrinescu, D., Nicoară, A., Somoghi, A. *Les problèmes thermiques des conduits pour le transport des hydrocarbures congelables*

Les auteurs établissent une méthode de calculation pour la variation de la température du liquide transporté en fonction de temps au cours d'une interruption accidentale du pompage. Pour ce but ont effectué des déterminations experimentales necessaires pour établir une rélation pour la calculation du coefficient de convection libre des liquides stationaires dans les conduits horizontales. A la fin on présente un exemple de calculation thermique pour le transport du benzen dans un conduit isolé avec polyuretane et placé sur sol en utilisant les rélations établis.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 12, 1983

C.Z. 622.243.143 : 622.241.7

Petcu, D. *Nomogramme pour la détermination du débit d'eaux injecté dans les sondes*

La nomogramme présentée le résultat de l'activité de l'auteur en production et conduit à la simplification du travail des opérateurs et à un plus bon dimensionement des appareils de mesurement en fonction du programme d'injection pour chaque sonde.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 12, 1983

C.Z. 551.782.11 : 553.981/982

Stănculescu Constanţa *La géologie du miocène inférieur pericarpatique de Moldova avec un regard special sur les perspectives en pétrole et gaz*

On présente la caractéristique stratigraphyque en détail de la succession des couches qui forment la molasse miocène inferieureséparée en plusieurs unités litho-stratigraphique, identifiées par forage, correlées dans la surface entière developpé de l'unité pericarpatique de Moldova. En même temps on présente des considérations tectoniques qui conduissent à l'établissement précis des zones de perspectives pour pétrole et gaz.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 12, 1983

Comptes-rendus

Index

INHALT

C.Z. 65.011.54 : 622.232 : 622.281/284

Mataca, E., Mironovici, R. *Ausrüstung fur die maschinelle Gewinnung und den Ausbau in den Strecken und Örterabbauen*

Die Verfasser stellen die Ergebnisse ihrer theoretischer Untersuchungen betreffend die Anpassung der Teilschnitt--vortriebsmaschinen zu einem Einschienenhängebahnsystem und einem Förderer, vor.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 12, 1983

C.Z. 622.793.5 : 534 : 622.794.2

Constantinescu, I., Sîrbu, R., Mihăiţă, Gh *Studium der Einwirkungen der Schwingbewegungen*

Zwecks der Rückführung der aus Erzaufbereitungsprozessen entstandenen Abwässer stellen die Verfasser die Ergebnisse ihrer Untersuchungen betreffend die Erhöhung der Klärungsgeschwindigkeit der erzleeren Schlämme durch Schwingungen und die Begründung der während der Schwin gung auftretenden, physiko-chemischen Erscheinungen, vor.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 12, 1983

C.Z. 622.794.22 : 550.835

Pop, Gh., Prie, O., Apostol, I. *Feuchtigkeitsmessung der Konzentrate*

Zwecks Feuchtigkeitsmessung der Konzentrate, schlagen die Verfasser die Entwicklung eines, auf radiometrischer Messung sich basierenden Humidometers, für die Aufbereitungsanlagen und, bzw., für Metallurgie, vor.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 12, 1983

C.Z. 551.7 : 553.98

Joja, T. *Einige Bemerkungen betreffend die Mächtigkeitsschwankung der Flötze von Viţeu, in dem Randflysch zwischen Suceava Tal ung Sucevita Tal*

Vorgestellt werden die Flötze von Viţeu mit einer stufenweise abfallenden Mächtigkeit in Richtung W—O von 100m auf 40 m in der Tarcău Decke und plotzlich auf 10 m in der Doamna Decke, in dem Gura Putnei Halbfenster. Auf Grund dieser Feststellung betrachtet der Verfasser die Schuppe von Gura Voivodesei als zur Tarcău Decke gehörend und nicht als Überschiebungsblatt der Tarcău Decke. Diese Betrachtung könnte einige Einwirkungen auf die Kohlenwasserstoffuntersuchungen in den benachbarten Bereichen der westlichen Nord-Moldova ausüben.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 12, 1983

C.Z. 622.24.053 : 621.65

Petre, N. *Dimensionierung des Pumpenstangenzuges (II).*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 12, 1983

C.Z. 622.692.4 : 622.323

Dobrinescu, D., Nicoară, A., Somoghi, A. *Thermische Probleme der Rohrleitungen für den Transport der gefrierbaren Kohlenwasserstoffe*

Die Verfasser legen eine Rechnungsmethode für die zeitliche Temperaturschwankung bei einer zufälligen Pumpen-

unterbrechung, fest. Zu diesem Zweck wurden experimentelle Bestimmungen, welche zur Festlegung einer Relation für die Rechnung des freien Konvektionskoeffizientes der in horizontalen Rohrleitungen stationierenden Flüssigkeiten erforderlich waren, durchgeführt. Schliesslich wird ein Beispiel von thermischer Rechnung für den Transport des Benzols durch eine mit Polyurethan isolierten und auf den Boden gelegten Rohrleitung, unter Anwendung der früher bestimmten Relationen, vorgestellt.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 12, 1983

C.Z. 622.243.143 : 622.241.7

P e t c u, D. *Nomogramm für die Bestimmung der in Bohrungen eingepressten Wasserflussmengen*

Das vorgestellte Nomogramm-Ergebnis der Produktionserfahrung des Verfassers-führt zur Erleichterung der Arbeit des Bedienungspersonals und zu einer verbesserten von der Einpressungsplan jeder Bohrung abhängigen Dimensionierung der Messapparate.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 12, 1983

C.Z. 551.782.11 : 553.981/982

S t ă n c u l e s c u C o n s t a n ţ a *Geologie des perikarpatischen unteren Miozäns von Moldova mit besonderem Hinweis auf den Öl-und Gasenansichten.*

Vorgestellt wird die einführliche stratigraphische Beschreibung der Schichtfolge, welche die Zusammenstellung der unteren miozänischen Molasse bildet, in mehreren, durch Bohrungen identifierten, litho-stratigraphischen Einheiten verteilt und auf dem ganzen Entwicklungsbereich der perikarpatischen Einheit Moldova korelliert. Gleichfalls werden tektonische Betrachtungen gemacht, welche zur Angabe der Perspektivenbereiche für Öl und Gase führen.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 34, nr. 12, 1983

Rezensionen

Revista MINE, PETROL şi GAZE este editată de Oficiul de informare documentară pentru industria minieră, Bucureşti
Calea Victoriei 220, sector I, cod. 71104, C.P. 22 — 146, telefon 59.29.75.
Tiparul : Intreprinderea poligrafică „Informaţia" str. Brezoianu nr. 23—25 Bucureşti, c. 1727

Preţul : 13 lei/exemplar

Corector : Cornelia Popa

Grafica : A. Socaciu

c. 1727

43 103

Echipament pentru mecanizarea tălerii şi susţinerii în galerii şi abataje cameră, în minele de lignit

Dr. ing. **E. Mataeă** şi
ing. **R. Mironovici**
I.C.I.T.P.M.L. Craiova

I. Generalităţi

Programul pentru dezvoltarea extracţiei lignitului în următorii ani prevede creşterea capacităţilor de producţie existente, precum şi deschiderea unor noi bazine miniere, care reclamă executarea unui mare volum de lucrări miniere subterane (peste 270 km pe an).

Minele de lignit din bazinul carbonifer al Olteniei au beneficiat, încă din faza deschiderii zăcămintelor, de mecanizarea procesului pentru săparea galeriilor, obţinîndu-se, viteze de avansări de peste 1 000 m/lună, la susţinerea cu arce metalice, respectiv 200 m/lună, la susţinerea definitivă cu bolţari.

Realizarea unor viteze mari de săpare a lucrărilor miniere este condiţionată însă şi de modul în care se execută operaţiile de susţinere a lucrărilor respective.

Progresul tehnic general, de diversificare a construcţiei utilajului minier în ultimii ani, noile soluţii de mecanizare devenite operaţionale prin echipamentele hidraulice permit abordarea problemei mecanizării proceselor tehnologice din galerii dintr-un punct de vedere mai complex, care să rezolve problema global, printr-o mecanizare integrală a operaţiilor.

Pe plan mondial constatăm o abundenţă de soluţii constructive, astfel că la nivelul anului 1980 statisticile arată că existau deja 122 tipuri constructive de combine pentru galerii realizate în aproape 1 000 de variante.

Şi în ţara noastră au fost asimilate sau concepute echipamente pentru săparea galeriilor şi tunelelor, corespunzătoare fiecărui gen de condiţii în parte, iar în prezent se depun eforturi pentru mecanizarea lucrărilor în abatajele cameră din zonele limitrofe ale zăcămintelor, pe porţiunile cu dezvoltare lenticulară, unde, dimensiunile cîmpurilor miniere fiind reduse, nu se poate aplica metoda de exploatare cu front lung.

În cele ce urmează vor fi prezentate cîteva soluţii pentru mecanizarea lucrărilor miniere de înaintare concepute în mod special pentru condiţiile particulare ale minelor de lignit care, în esenţă, constau în următoarele:

— Pachetul de roci sedimentare ce formează zăcămintele de lignit sînt moi, cărbunele fiind roca cea mai tare şi cu caracteristici constante din întreaga structură.

— Rocile înconjurătoare, foarte inconstante litologic, au caracteristici variabile în stare naturală şi pot fi influenţate hotărîtor prin

contactul cu apa în circulaţie pe lucrările miniere sau provenită din instalaţiile hidraulice.

— Lentilele de nisip acvifer, frecvente în culcuşul şi acoperişul stratelor de lignit, pot interveni cu influenţe majore asupra tehnologiilor de mecanizare complexă în galerii, fie prin posibile inundaţii, fie prin pericole de erupţii de borchiş.

Înclinarea stratelor este de 0 — 10° şi, în general, lucrările miniere sînt orizontale sau urmăresc această pantă, cu excepţia celor de acces la zăcămînt.

— Regimul presiunii miniere este suficient de dificil, din care motiv sistemul de armare, distanţa liberă nesusţinută, felul bandajării se stabilesc prin proiecte pentru fiecare caz în parte.

— Principalele caracteristici ale rocilor în care se sapă lucrările miniere, din punctul de vedere al mecanizării tăierii şi susţinerii, sînt redate în tabelul 1.

Penetrarea rocilor a fost determinată „in situ" pentru a putea dimensiona elementele de reazem ale maşinilor şi este diferită de rezistenţa la compresiune, atît ca valori, cît şi ca fenomenologie.

jurătoare, reclamă profilul închis, eventual circular al lucrărilor miniere.

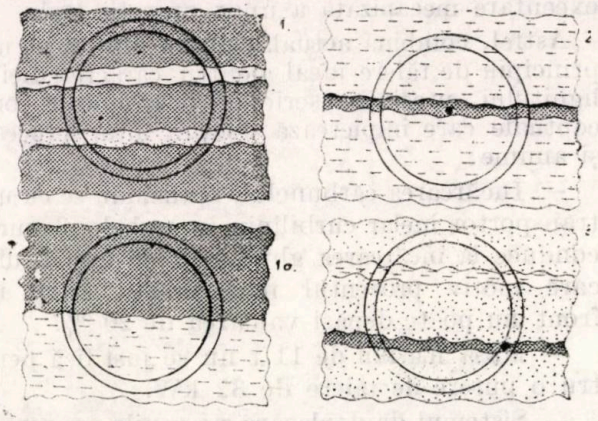


Fig. 1. Condiţii geologico-miniere caracteristice la săparea lucrărilor miniere:
1 — cărbune cu posibile intercalaţii de argilă sau nisip (σ_c =50 — 100 kg/cm², σ_p=70—190 kg/cm²); fenomene particulare: forţa de tăiere la cuţit, mare (45—80 kg/cm²), deblocarea frontului; *1a* — cărbune şi argilă pentru galerii cu pantă impusă; fenomene particulare: penetrarea argilei şi aderenţă pe organele de transport; *2* — argilă sau marnă cu posibile intercalaţii de cărbune σ_c=10—40 kg/cm², σ_p=30 — 90 kg/cm²); fenomene particulare: aderenţă pe organele de tăiere şi transport; *3* — nisip uscat sau curgător, cu posibile încercalaţii de argilă sau cărbune; fenomene particulare: curgere în front, chiar prin organul de tăiere al maşinii, instabilitatea lucrării

Tabelul 1

Principalele caracteristici de rezistenţă ale rocilor din zăcămintele de lignit

Specificaţie	Lignit	Argilă sau marnă	Nisip
Rezistenţa la tăiere, daN/cm cuţit	50—100	40—60	20—35
Rezistenţa la penetrare, daN/cm²	70—190	10—40	10—20—50
Rezistenţa la compresiune perpendicular pe stratificaţie, daN/cm²	26—110	15—38	—
Rezistenţa la compresiune paralel cu stratificaţia, daN/cm²	14—71	11—22	—
Rezistenţa la forfecare, daN/cm²	15—25	0,2—0,3	—
Unghiul de frecare interioară, grade	23—25	19—22	21—23
	2,0	0,2—0,4	0,05—0,2
Coeficient de frecare pe metal	0,25	0,3	0,3

Rezistenţele la tăiere pe lungimea cuţitului au fost măsurate, atît în subteran, cît şi la cariere, şi au valori destul de ridicate datorită structurii xiloide a lignitului.

Caracteristicile particulare ale zăcămintelor de lignit pot avea influenţe deosebite asupra proceselor de săpare şi susţinere a lucrărilor miniere constînd în:

— Desprinderea rocilor din frontul şi pereţii lucrărilor, fenomen care nu permite spaţii libere nesusţinute în spatele frontului. Prin urmare, susţinerea definitivă nu se poate realiza decît la front, iar, dacă este obligatorie, în spate; atunci este necesar să se execute sub aripa de protecţie a scutului.

— Umflarea vetrei galeriei, ca urmare a presiunii de reazem şi plasticităţii rocilor înconDin punctul de vedere al caracteristicilor rocilor, putem distinge trei grupe de condiţii în care se execută lucrările miniere (fig. 1):

1 — galerii care se execută în cărbune, dar care, incidental, pot cuprinde cu profilul 50 % în steril;

2 — galerii care se execută în argile şi marne, cu posibile intercalaţii argiloase sau nisipoase;

3 — lucrări miniere care se execută în roci instabile, nisip uscat sau borchiş, care necesită măsuri speciale pentru susţinerea frontului.

Galeriile şi planele înclinate din minele de lignit sînt caracterizate prin secţiuni libere pînă la 7 m² cu profile circulare pentru lucrările cu durată mare — profil boltă pentru lucrările de pregătire şi dreptunghiular în cazul preabatajelor sau abatajelor cameră.

II. Problematica actuală la executarea galeriilor

În cadrul procesului minier complex de săpare a galeriilor, există o serie de dificultăți în executare mecanizată a unor operații grele.

Astfel, combina actuală, deși realizată pe un principiu de tăiere ideal pentru caracteristicile lignitului, prezintă o serie de dezavantaje conceptuale care împietează asupra altor procese și anume:

— Încărcarea cărbunelui, realizîndu-se cu un transportor inelar curbiliniu în ambele planuri, conduce la încărcarea ghidajelor cu argilă, din care motiv procentul materialului steril în front nu poate depăși valoarea de 20 %.

— Masa mașinii de 11 t nu se justifică pentru o putere de tăiere de 32 kW.

— Sistemul de deplasare pe șenile nu corespunde pentru vetrele slabe și planele înclinate.

— Transferul mașinii de la un front de lucru la altul se realizează greu, cu scoaterea temporară din funcțiune a galeriilor pe care se deplasează mașina, ajungîndu-se la deteriorări importante ale suprastructurii vetrei galeriei.

— Amplasarea acționărilor electrice ale sistemului de marș în apropierea vetrei galeriei face ca, la cea mai mică afluență de apă, acesta să se deterioreze, blocînd mașina pe loc, după care, prin continuarea inundației, avariile nu pot fi evitate.

Din aceste considerente problematica actuală la săparea galeriilor se poate rezuma astfel (figura 2). Datorită dificultăților mari și, uneori, imposibilității tăierii rocii sterile, se încearcă urmărirea cu lucrarea minieră a stratului, din care cauză apar inflexiuni pe galerie, cu inerente penetrări în culcuș și acoperiș, cu acumulări de apă care declanșează seria de avarii, începînd cu umezirea motoarelor de la sistemul de marș al combinei.

În ceea ce privește experimentările de mecanizare a operației de susținere definitivă cu prefabricate mari de beton armat, acestea s-au materializat cu rezultate parțiale datorită soluțiilor tehnice ale mașinii, care nu permitea și mecanizarea tăierii. De asemenea, lipsa de solidarizare a prefabricatelor între ele, imposibilitatea de a efectua rambleierea golurilor în spatele zidăriei prin injectare a condus, în numeroase cazuri, la deformarea profilului (fig. 3).

Luînd în considerare caracteristicile zăcămintelor de lignit, în special cele particulare, comparativ cu posibilitățile actuale ale industriei constructoare de mașini, ținînd seamă de o serie de subansamble deja executate în producția de serie, atît la combinele de abataj, cît și la cele de înaintare, putem concepe echipamente noi care să răspundă la următoarele condiții:

- Să nu fie de tehnicitate foarte înaltă, avînd în vedere că locurile de muncă pentru executarea galeriilor sînt foarte dispersate în rețeaua minieră și nu pot fi plasate cu personal numeros.
- Să se monteze și demonteze ușor, să nu aibă nevoie de cameră de montare.
- Să nu aibă o greutate mai mare de 100 kg pe kW de putere utilă cît reprezintă maximul pentru mașinile miniere.
- Echipamentele electrice să nu fie amplasate în treimea inferioară a galeriei.
- Echipamentul respectiv să poată fi utilizat cu eventuale mici modificări pentru o gamă cît mai largă de condiții geologo-miniere.

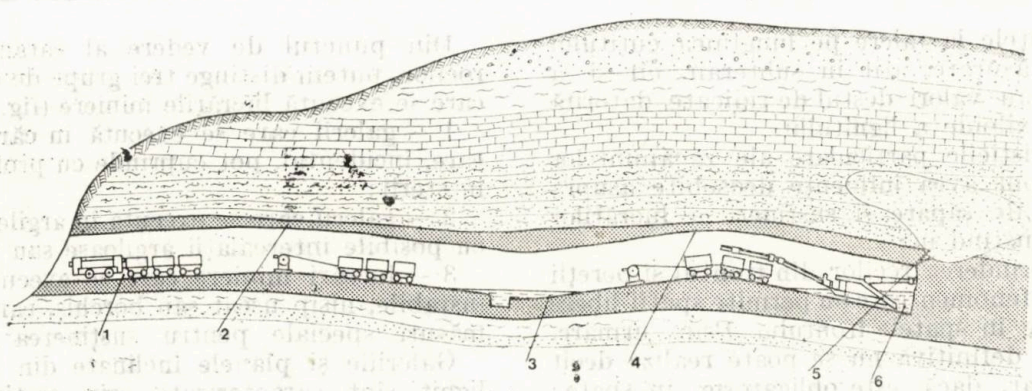


Fig. 2. Problematica executării cu combina a galeriilor amplasate pe stratul de cărbune:
1 – săparea în pantă normală, transport cu locomotiva; *2* – interceptarea acoperișului cu obligația schimbării pantei în contrapantă, transport cu troliu; *3* – schimbarea pantei în funcție de înclinarea stratului; *4* – noua interceptare a acoperișului; *5* – interceptarea unei pînze acvifere; *6* – înțurțarea galeriei cu prinderea combinei

● În complexul utilajului să intre subansamble care, în mod curent, se găsesc în dotaţia minelor (agregate hidraulice, motoreductoare, sisteme electrice şi de comandă etc.).

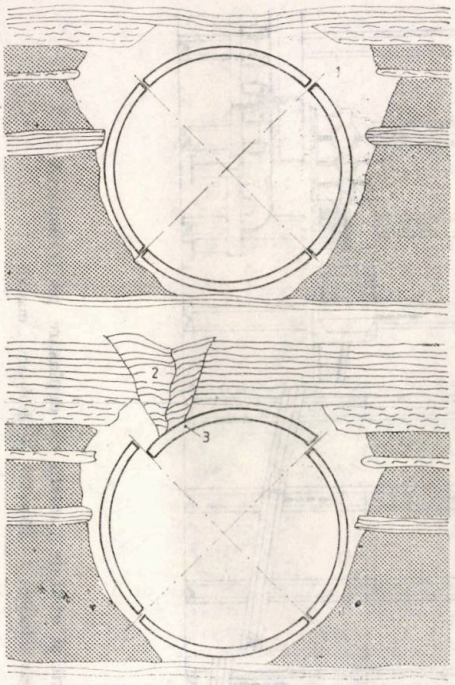


Fig. 3. Fenomenologia deformării susţinerii cu prefabricate mari din beton în minele de lignit :

1 – spaţiul din profilul de săpare inerent taluzat datorită stratificaţiei şi fisurării stratelor greu de rambleiat prin injectare ; *2* – inceput de surpare cu solicitarea concentrată a susţinerii ; *3* – deformarea elementelor prefabricate

Funcţie de aceste deziderate a fost conceput un echipament pentru mecanizarea complexă în galerii pe următoarele principii (fig. 4 şi 5) :

— foloseşte un braţ de tăiere de tip CI-1 sau GPK, cu atac punctiform, care necesită o putere la excavare de maximum 30 kW, datorită celei de-a doua suprafeţe libere la depilare ;

— utilizează sistemul de ghidare pe glisiere de la combinele de abataj ;

— agregatul hidraulic poate fi oricare din dotaţia minelor ;

— transportul materialului se realizează cu un transportor TR-3, care are şi rolul transportorului portal ;

— încărcarea se realizează prin căderea liberă pe transportor, avînd în vedere profilul, în general, circular al lucrării.

Acest echipament, în ambele variante constructive, se poate utiliza pentru mecanizarea complexă la următoarele tipuri de lucrări.

a. Galerii de investiţii susţinute cu prefabricate mari de beton armat de diferite profile (fig. 6), solidarizate între ele (fig. 7).

b. Galerii de pregătire susţinute în arce metalice profil închis.

c. Galerii de pregătire susţinute cu profil deschis (fig. 8).

d. Preabataje şi abataje cameră susţinute în lemn cu grinzi metalice sau stîlpi hidraulici (fig. 9).

Caracteristicile tehnice ale echipamentului pentru mecanizarea complexă şi ale lucrărilor miniere pentru care poate fi utilizat sînt următoarele :

— forma profilului : circular, boltă, trapezoidal sau special ;
— secţiunea liberă a lucrării : 6 — 10 m² ;
— secţiunea de săpare a lucrării : 6 — 12 m² ;
— raza minimă de curbură a galeriei : 7 m ;
— înclinarea lucrării miniere :
în sus max. 40° ; în jos max. 20° ;
— puterea organului tăietor : 32 kW ;
— puterea agregatului hidraulic : 5 kW ;
— greutatea maşinii fără transportor : 5 t.

Procesul tehnologic pentru executarea galeriilor, cu noul echipament de mecanizare complexă, constă în următoarele :

— Se execută nişa de începere a lucrului la partea inferioară a galeriei, prin împingerea hidraulică a maşinii.

— Se împinge transportorul la maximum posibil în front.

— Se realizează tăierea pe adîncimea unui pas de avansare, materialul încărcîndu-se prin cădere pe transportor.

— Se face tăierea de conturare şi curăţire a cărbunelui, prin manevra braţului de tăiere.

— Se poziţionează braţul de tăiere cu scripetele pentru poziţia de transport şi se aduc materiale de susţinere prin glisare pe vatră la frontul lucrării. Se montează mandrina de prindere a elementului de armare pe tamburul de tăiere.

Prin manevra acestuia se aduce manipulatorul lîngă elementul de susţinere şi se prinde de centrul de greutate.

Cu ajutorul dispozitivului de rotire lentă a tamburului şi cu echipamentul hidraulic se poziţionează elementul de susţinere în locul dorit şi se prinde de celelalte elemente.

Utilizînd sistemele de transport ale combinei şi mijloacele sale de ridicare şi poziţionare se pot realiza operaţiile auxiliare în galerii.

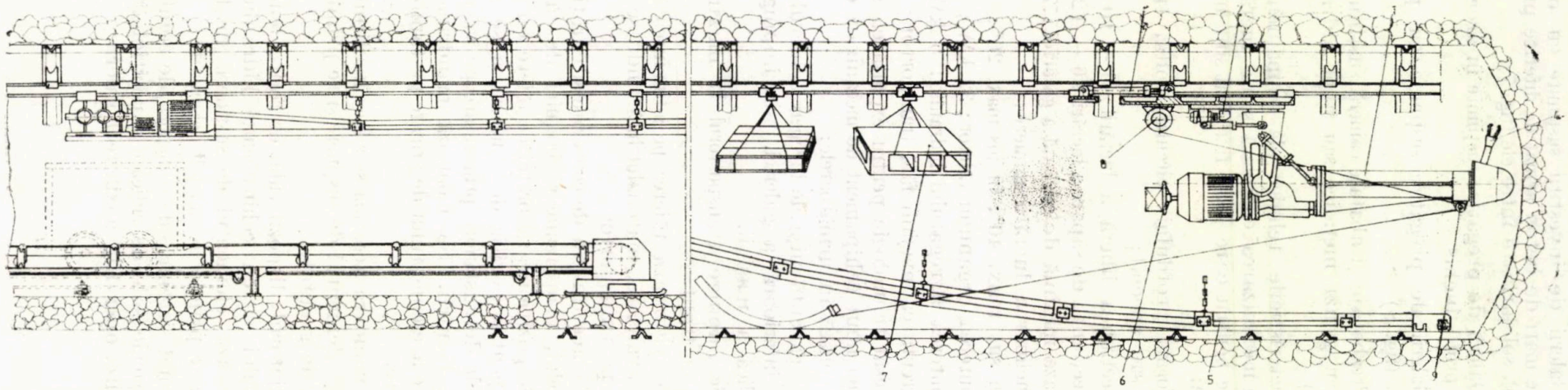


Fig. 4. Agregat pentru mecanizarea tăierii, susținerii și transportului la galerii săpate în roci stabile susținute în metal și beton armat :

1 — utilaj de tăiere cu punctul de rotație în centrul lucrării miniere; *2* — agregat hidraulic; *3* — dispozitiv de deplasare a mașinii; *4* — dispozitiv pentru prinderea elementelor de susținere; *5* — transportor TR-2 cu sapă de încărcare; *6* — dispozitiv de rotire cu viteză mică a motorului electric; *7* — dispozitiv de transportat materiale și utilaje; *8* — troliu; *9* — scripete

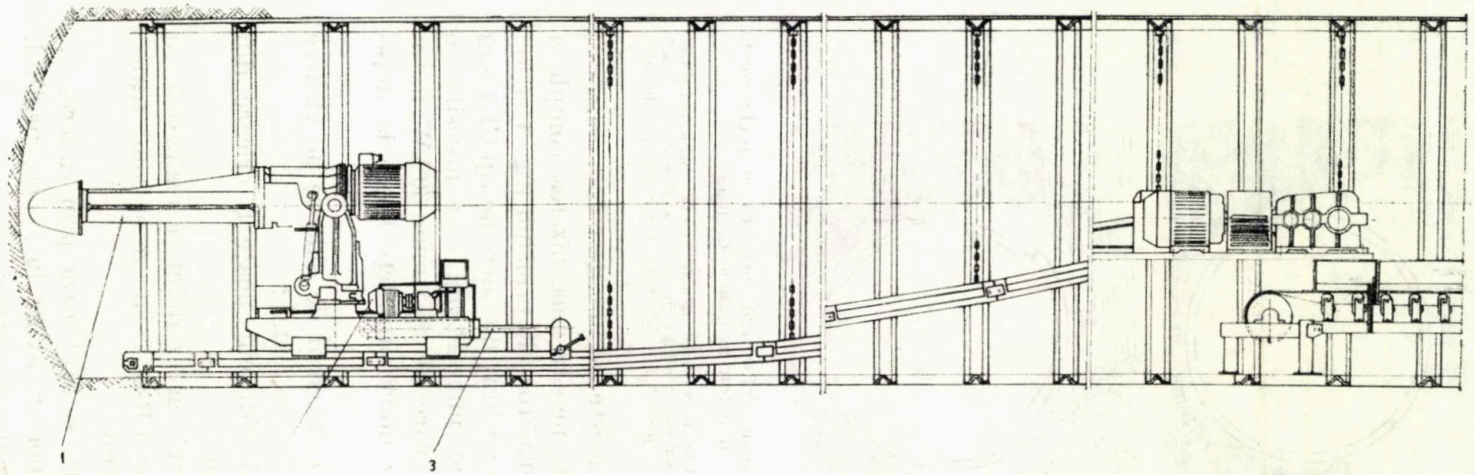


Fig. 5. Agregat pentru mecanizarea tăierii și susținerii în galerii și abataje cameră cu deplasare pe transportor :

1 — utilaj de tăiere cu punct de tăiere în centrul lucrării miniere; *2* — agregat hidraulic; *3* — dispozitiv de deplasare a mașinii

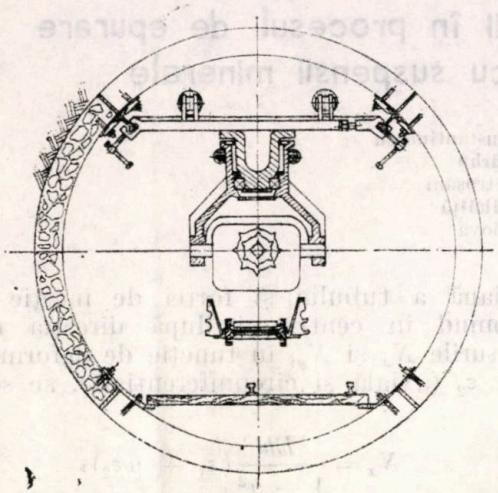


Fig. 6. Mecanizarea susținerii cu prefabricate mari din beton armat.

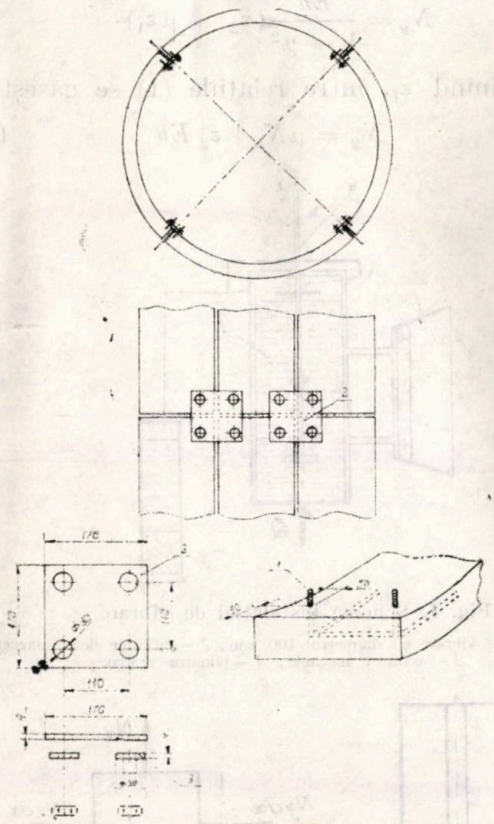


Fig. 7. Stabilizarea susținerii cu prefabricate mari de beton armat, prin eclisare :

1 – șurub îngropat în prefabricat sudat de armătura metalică ; *2* – eclisa de legătură ; *3* – șaibă pentru acoperirea îndepărtărilor.

Concluzii

Echipamentul propus pentru mecanizarea complexă în galerii și abataje cameră în cele două variante constructive soluționează simplu și cu eficiență economică următoarele deziderate ale acestor două importante activități miniere pentru zăcămintele de lignit :

— mecanizarea susținerii ;

— mecanizarea transportului în zona frontului de lucru ;

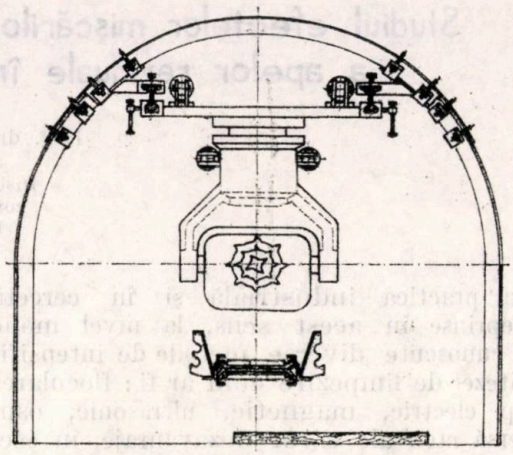


Fig. 8. Mecanizarea susținerii cu arce metalice profil deschis.

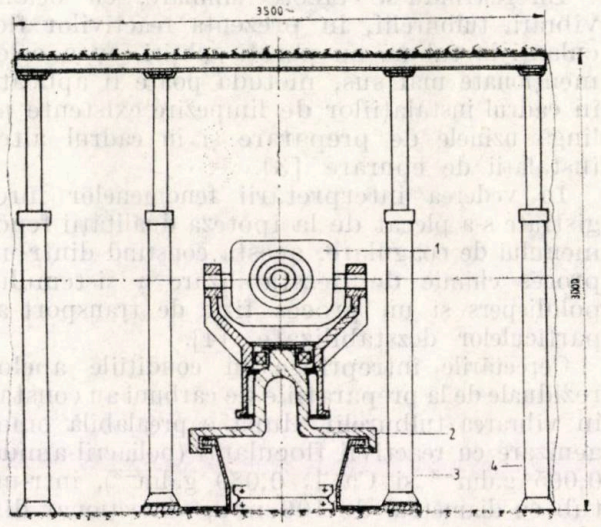


Fig. 9. Utilizarea combinei glisante pe transportor în abatajele cameră :

1 – combina ; *2* – sistemul de glisare ; *3* – susținere de stabilizare ; *4* – susținere.

— eliberarea frontului de lucru și a vetrei galeriei de blocare cu utilaje ;

— timp pentru montare foarte redus și fără pretenția camerei de montaj ;

— pericolele de avariere a subansamblelor datorită viiturilor de apă sînt reduse ;

— datorită simplității constructive, utilizării subansamblelor foarte cunoscute ale combinelor de abataj și galerii pentru care există deja piese de schimb exploatarea și întreținerea noului utilaj apreciem că nu vor pune probleme deosebite ;

— consumul de energie va fi extrem de redus, datorită soluției pentru tăiere, dar și numărului redus de subansamble în mișcare.

Noul utilaj minier vine să rezolve, în mod oportun și eficient, probleme actuale ale extracției lignitului, respectiv reducerea timpului și cheltuielilor pentru deschiderea zăcămintelor, precum și a exploatării zăcămintelor cu extindere redusă.

Studiul efectelor mişcărilor vibratorii în procesul de epurare a apelor reziduale încărcate cu suspensii minerale

Prof. dr. doc. ing. **I. Constantinescu**
asist. ing. **R. Sârbu**
Institutul de Mine Petroşani
conf. dr. ing. **G. Mihăiţă**
Universitatea Craiova

În practica industrială şi în cercetările întreprinse în acest sens, la nivel mondial, sînt cunoscute diverse metode de intensificare a vitezei de limpezire cum ar fi : flocularea în cîmp electric, magnetic, ultrasonic, osmoza inversă etc., ale căror dezavantaje, în esenţă, constau în creşterea cheltuielilor de investiţii şi exploatare, necesitînd instalaţii pretenţioase şi de mare tehnicitate.

Înregistrîndu-se efecte similare, cu ocazia vibrării tulburelii, în prezenţa reactivilor floculanţi în tuburi cu pereţi subţiri, cu a celor menţionate mai sus, metoda poate fi aplicată în cadrul instalaţiilor de limpezire existente pe lîngă uzinele de preparare şi în cadrul altor instalaţii de epurare [3].

În vederea interpretării fenomenelor înregistrate s-a plecat de la ipoteza dualităţii fenomenului de coagulare, acesta constînd dintr-un proces chimic de dezstabilizare a sistemului polidispers şi un proces fizic de transport al particulelor dezstabilizate [4].

Cercetările întreprinse în condiţiile apelor reziduale de la preparaţiile de cărbuni au constat în vibrarea tulburelii, după o prealabilă omogenizare cu reactivii floculanţi (poliacril-amidă 0,005 $g.dm^{-3}$ şi $CaCl_2$ 0,080 $g.dm^{-3}$), într-un tub cu diametrul de 100 mm, confecţionat din aluminiu.

Tubul conţinînd tulbureală este supus unor vibraţii forţate excitate prin deplasări periodice armonice ale reazemelor în direcţia axei (fig. 1), deplasări produse cu ajutorul unui vibrator electromagnetic care permite varierea frecvenţei şi amplitudinii oscilaţiilor.

Excitaţia $u(t) = u_0 \cos \omega t$ face să apară vibraţii axial-simetrice ale suprafeţei cilindrice, astfel încît fiecare punct al acesteia oscilează într-un plan axial al cilindrului (fig. 1).

Se admite, ca în figura 2, că tubul are lungimea l, grosimea peretelui h şi raza suprafeţei mediane r.

Deformaţiile tubului fiind axial-simetrice, este suficient să se considere numai o fişie de tub de lăţime unitară, separată prin două plane axiale, ce fac între ele unghiul $d\varphi = \frac{1}{r}$.

Elementul de lungime dx, detaşat din această fişie prin două plane perpendiculare pe axa tubului şi distanţate între ele cu dx, va fi supus forţelor $N_x \cdot 1$ şi $N_y \cdot dx$ acţionînd în suprafaţa mediană a tubului şi forţei de inerţie dF_i, acţionînd în centru şi după direcţia razei. Eforturile N_x şi N_y, în funcţie de deformaţiile ε_1 şi ε_2 (axială şi circumferenţială), se scriu :

$$N_x = \frac{Eh}{1 - \mu^2}(\varepsilon_1 + \mu\varepsilon_2),$$
$$N_y = \frac{Eh}{1 - \mu^2}(\varepsilon_2 + \mu\varepsilon_1). \quad (1)$$

Eliminînd ε_1, între relaţiile (1) se găseşte :

$$N_y = \mu N_x + \varepsilon_2 Eh \quad (2)$$

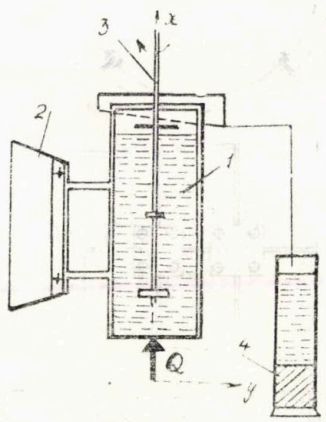


Fig. 1. Schema instalaţiei de vibrare :
1 – tub de vibrare cu diametrul 100 mm ; *2* – vibrator electromagnetic ; *3* – agitator mecanic ; *4* – cilindru gradat.

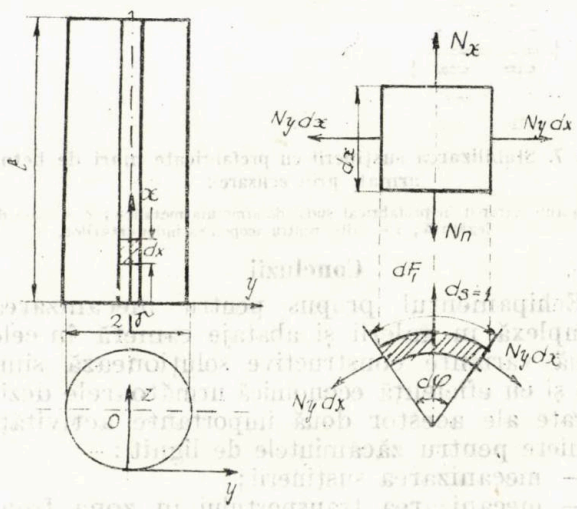


Fig. 2.

Deformația circumferențială ε_2 este funcție de deplasările radiale w ale punctelor suprafeței mediane:

$$\varepsilon_2 = \frac{2\pi(r - w) - 2\pi r}{2\pi r} = -\frac{w}{r}. \quad (3)$$

Înlocuind în expresia (2) se obține:

$$N_y = \mu N_x - \frac{w}{r} Eh. \quad (4)$$

Vibrațiile au loc în jurul unei poziții medii a suprafeței mediane corespunzînd tubului solicitat axial uniform prin N_x. Pentru a ține seama de aceasta trebuie să se adauge deplasării w o deplasare w', ce se obține pe seama lui N_x:

$$\varepsilon' = \frac{w'}{r} = \mu \frac{N_x}{Eh},$$

$$w' = \mu \frac{N_x r}{Eh}. \quad (5)$$

Se găsește cu aceasta:

$$N_y = -\frac{w}{r} Eh. \quad (6)$$

Forțele N_y dau o componentă radială pe unitatea de lungime (fig. 2):

$$2N_y \frac{d\varphi}{2} = N_y d\varphi = N_y \frac{1}{r} = -\frac{w}{r^2} Eh. \quad (7)$$

Forțele N_x, datorită curburii în planul xoz, vor avea o componentă radială,

$$-N_x \frac{\partial^2 w}{\partial x^2}. \quad (8)$$

Forța de inerție în direcția radială pe unitatea de suprafață are expresia:

$$F_i = -\rho \frac{\partial^2 w}{\partial t^2}, \quad (9)$$

ρ fiind masa pe unitatea de suprafață a tubului.

Însumînd toate componentele forțelor în direcție transversală, pe unitatea de lungime a fișiei din tub, se găsește:

$$q = -\frac{w}{r^2} Eh - N_x \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} - \rho \frac{\partial^2 w}{\partial t^2}. \quad (10)$$

Dar, forțele N_x se datorează forțelor de inerție produse prin deplasarea axială periodică a tubului:

$$N_x = \rho(l - x) \frac{\partial^2 u}{\partial t^2}. \quad (11)$$

Forța q pe unitatea de lungime va fi în acest caz:

$$q = -\frac{w}{r^2} Eh - \rho(l - x) \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} \cdot \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} - \rho \frac{\partial^2 w}{\partial t^2}. \quad (12)$$

Fișia de tub considerată este o mică grindă, pentru care ecuația diferențială a liniei elastice este:

$$D \frac{d^4 w}{dx^4} = q,$$

$$D = \frac{Eh^3}{12(1 - \mu^2)}, \quad (13)$$

fiind rigiditatea cilindrică.

Substituind q sub forma (12) se obține ecuația diferențială a vibrațiilor axial-simetrice ale tubului cilindric sub forma:

$$D \frac{\partial^4 w}{\partial x^4} + \rho(l - x) \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} \cdot \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + \frac{Eh}{r^2} \cdot w + \rho \frac{\partial^2 w}{\partial t^2} = 0. \quad (14)$$

Se caută soluțiile ecuației cu derivate parțiale obținute sub forma:

$$w = \sum_{n=1}^{\infty} X_n(x) \cdot T_n(t), \quad (15)$$

în care $X_n(x)$ sînt funcțiile de abscisă x a secțiunii ce trebuie să satisfacă condițiile la capete pentru tub, iar $T_n(t)$ funcții de timp necunoscute.

Pentru tubul cu rezemare simplă la capete se ia:

$$X_n(x) = A_n \sin \frac{n\pi x}{l}, \quad (16)$$

și atunci:

$$w = \sum_{n=1}^{\infty} A_n \sin \frac{n\pi x}{l} T_n(t). \quad (17)$$

Procedînd după metoda Ritz, pentru soluționarea ecuației (14) se efectuează integralele:

$$\int_0^l \left[D \frac{\partial^4 w}{\partial x^4} + \rho(l-x) \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} \cdot \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + \frac{Eh}{r^2} w + \right.$$

$$\left. + \rho \frac{\partial^2 w}{\partial t^2} \right] \sin \frac{n\pi x}{l} \cdot dx = 0,$$

în care: $n = 1, 2, 3, \ldots$, iar w se ia sub forma (17).

Rezultă ecuațiile parametrice:

$$\ddot{T}_n(t) + \frac{1}{\rho} \left(\frac{n^4\pi^4}{l^4} D + \frac{Eh}{r^2} - \right.$$

$$\left. - \frac{n^2\pi^2}{l^2} \cdot \frac{\rho l}{2} \cdot \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} \right) \cdot T = 0. \qquad (18)$$

$$(n = 1, 2, 3..)$$

Înlocuind pe u se obțin ecuațiile de tip Mathieu:

$$\ddot{T}_n(t) + \frac{1}{\rho} \left(\frac{n^4\pi^4}{l^4} D + \frac{Eh}{r^2} + \right.$$

$$\left. + \frac{n^2\pi^2}{l^2} \cdot \frac{\rho l}{2} \cdot u_0 \omega^2 \cos \omega t \right) T_n = 0, \qquad (19)$$

$$(n = 1, 2, 3, \ldots).$$

Într-un caz particular, cînd $u_0 = 0$, adică amplitudinea excitației devine nulă, aceste ecuații degenerează în ecuațiile vibrațiilor libere:

$$\ddot{T}_n(t) + \frac{1}{\rho} \left(\frac{n^4\pi^4}{l^4} D + \frac{Eh}{r^2} \right) T_n = 0, \qquad (20)$$

cu pulsațiile de forma cunoscută:

$$\omega_n = \sqrt{\frac{1}{\rho} \left(\frac{n^4\pi^4}{l^4} D + \frac{Eh}{r^2} \right)}; \quad (n=1, 2, 3, \ldots),$$

(21)

Ecuațiile (19), descriind vibrațiile forțate ale tubului, se pot aduce la forma lor canonică:

$$\frac{d^2 T_n}{d\alpha^2} + (p_n - 2q_n \cos 2\alpha)\, T_n = 0 \qquad (22)$$

făcînd substituțiile:

$$\alpha = \frac{\omega t}{2}; \quad p_n = \left(\frac{2\omega_n}{\omega} \right)^2 = \frac{4}{\rho\omega^2} \left(\frac{n^4\pi^4}{l^4} D + \frac{Eh}{r^2} \right);$$

$$q_n = -\frac{n^2\pi^2}{4} \cdot \frac{u_0}{l}. \qquad (23)$$

Se știe [5] că în cazul ecuației diferențiale de tip Mathieu apar zone de rezonanță în planul coordonatelor adimensionale p și q asemănător punctelor de rezonanță discrete de la vibrațiile liniare. Aceste zone sînt reprezentate haşurat în graficul din figura 3.

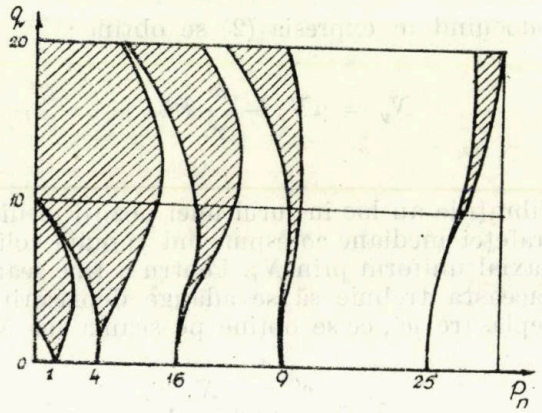


Fig. 3. Zone de rezonanță în planul coordonatelor adimensionale.

Este evident faptul că o vibrare eficientă a tubului, din punctul de vedere al transmiterii de unde de compresiune și destindere, în tulbureală, de către pereții tubului, se obține în condiții de rezonanță a tubului. Limitarea amplitudinii oscilațiilor forțate la rezonanță este asigurată automat, așa cum se știe, de existența frecărilor.

Vibrarea în acest regim produce, în pereții tubului, deformații sub forma unor îngroșări și subțieri succesive, generînd unde de compresiune, care se propagă prin tulbureală, favorizînd mișcarea de transport a particulelor dezstabilizate chimic. Datorită acestei mișcări crește probabilitatea ciocnirilor eficace, care duce la formarea unor agregate (flocoane), ce sedimentează sub acțiunea gravitației [3].

Conform graficului, domeniile de rezonanță se situează în jurul unor valori ale parametrului p corespunzînd pătratelor numerelor naturale întregi:

$$p = \left(\frac{2\omega_n}{\omega} \right)^2 = n^2; \quad (n = 1, 2, 3, \ldots)$$

de unde se deduce:

$$\omega = \frac{2\omega_n}{n}; \quad (n=1, 2, 3, \ldots) \qquad (24)$$

adică pulsația de rezonanță a excitației în cazul amplitudinilor foarte mici ale excitației este un submultiplu întreg al dublului pulsațiilor vibrațiilor libere (fig. 4).

Experiențele efectuate au pus în evidență, în mod clar, faptul că între amplitudinea u_0 a excitației armonice a tubului și pulsația ω

a acestuia trebuie să se păstreze o anumită legătură, respectiv produsul acestora, $\tau = u_0\omega$, denumit viteză de vibrare, să rămînă

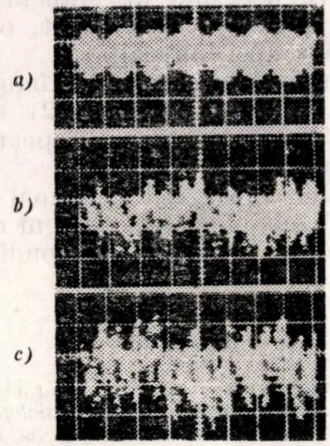


Fig. 4. Vibraţii produse în pereţii tubului :
a – pulsaţia de excitaţie $\omega_n = 100$ Hz, pulsaţia proprie $\omega = 288$ Hz;
b – $\omega_n = 185$ Hz, $\omega = 455$ Hz; *c* – $\omega_n = 200$ Hz şi $\omega = 500$ Hz

în anumite limite pentru ca viteza de limpezire să crească. Pentru cazul de tub experimentat, această viteză trebuie să rămînă în limitele 2 — 3,2 mm/s (fig. 5).

Din analiza curbelor de limpezire obţinute prin vibrarea tulburelii, timp de 30 s, într-un tub de sticlă cu diametrul de 100 mm, se

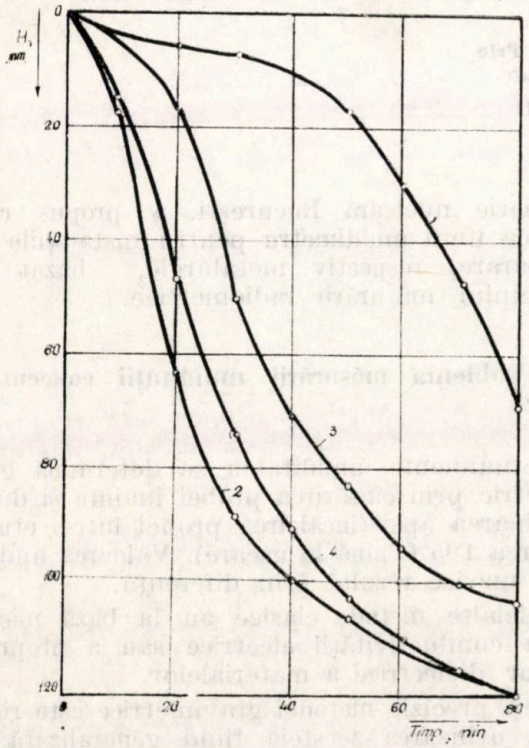


Fig. 5. Variaţia vitezei de limpezire la concentraţia în fază solidă a tulburelii de 70 g/l, în funcţie de viteza de vibrare :
1 – nevibrat ($\tau = 0$, $v_1 = 0{,}051$ m/h); *2* – $\tau = 2{,}0$ mm/s, $v_2 = 0{,}18$ m/h; *3* – $\tau = 2{,}6$ mm/s, $v_3 = 0{,}10$ m/h; *4* – $\tau = 3{,}2$ mm/s, $v_4 = 0{,}14$ m/h

observă o creştere a vitezei de limpezire de 3,63 ori, în cazul vitezei de vibrare de 2 mm/s. Creşterea timpului de vibrare favorizează procesul, dar îngreuiază transpunerea la scară industrială, micşorîndu-se viteza de trecere a tulburelii prin vibrator şi deci scăderea debitului de prelucrare.

Pentru alte tuburi, cu alte lungimi, alte diametre, alte grosimi de pereţi etc., domeniul va fi altul.

Fiecare domeniu de rezonanţă este limitat în stînga şi în dreapta de către o curbă. Primul domeniu de rezonanţă corespunde la $n = 1$ în relaţiile (25) şi este cel mai larg pentru amplitudini u_0 foarte mici ale excitaţiei. El este şi cel mai important din punct de vedere practic. Toate experimentările se referă la acest domeniu. Amplitudinea u_0 este conţinută de parametrul q_n, iar pulsaţia ω a excitaţiei ($\omega = 2\pi f$) este conţinută de parametrul p_n al ecuaţiei Mathieu, conform notaţiilor (23). Cu valorile pentru amplitudine şi frecvenţă, în limitele stabilite pe cale practică de 2 — — 3,2 mm/s pentru viteza de vibrare, se obţin parametrii p_n şi q_n care definesc un punct ce se situează în primul domeniu de rezonanţă.

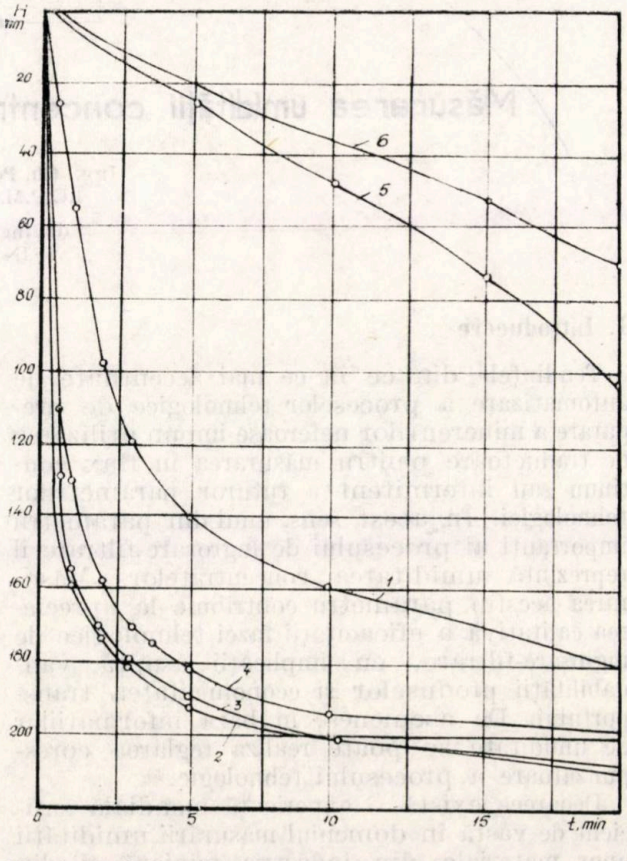


Fig. 6. Variaţia vitezei de limpezire în funcţie de materialul din care este confecţionat tubul vibrator la o concentraţie în fază solidă de 50 g/l :
1 – fără vibrare, $v_1 = 3{,}3$ m/h; *2* – tub de aluminiu, $v_2 = 9{,}48$ m/h; *3* – tub de sticlă, $v_3 = 9{,}24$ m/h; *4* – tub de fier, $v_4 = 7{,}8$ m/h; *5* – tub de plastic, $v_5 = 0{,}30$ m/h; *6* – tub de cauciuc, $v_6 = 0{,}24$ m/h

Materialele testate pentru confecționarea tuburilor vibratoare și rezultatele obținute sînt prezentate în figura 6.

Diametrul tubului, concentrația tulburelii, viteza de vibrare, $\tau = 2$ mm/s și timpul de vibrare s-au menținut constante.

Din figura 6 rezultă că materialul cel mai adecvat este aluminiul, lucru îmbucurător datorită avantajelor pe care le prezintă acest material. Vibrarea tulburelii în tuburi de cauciuc sau plastic duce la scăderea vitezei de limpezire.

Metoda de intensificare a vitezei de limpezire prin vibrare s-a materializat în decantorul etajat cu pat fluidizat, experimentat în condițiile unui șlam steril provenit din prepararea cărbunilor.

Concluzii

Cercetările teoretice și experimentale întreprinse în scopul determinării parametrilor de vibrare (frecvență, amplitudine), materialul din care trebuie confecționat tubul vibrator, în vederea transpunerii metodei la scară industrială, au evidențiat următoarele.

- Prin vibrarea tulburelii în prezența reactivilor floculanți, viteza de sedimentare a particulelor v_s crește de pînă la 4 ori, permițînd astfel creșterea debitului de alimentare a instalației sau, pentru același debit, o puritate mai avansată a apei limpezite.
- Prin rezolvarea ecuației diferențiale de tip Mathieu (19) sub forma (22) se găsesc parametrii de vibrare optimi pentru orice tub de vibrare.
- Materialul care a dat cele mai bune rezultate este aluminiul, metal rezistent din punct de vedere mecanic și coroziv, în condiții industriale de lucru.

Bibliografie

[1] Constantinescu, N. I., Darabont, A., Mereț, N. *Mecanica mașinilor și instalațiilor miniere și de preparare*. Ed. tehnică, București, vol. I și II, 1978 — 1979.

[2] Constantinescu, N. I., Bolog, C. *Mecanica*. Ed. didactică și pedagogică, București, 1980.

[3] Sârbu, R. ș. a. *Intensificarea vitezei de limpezire a apelor reziduale de la preparațiile de cărbuni*. Congresul al VIII-lea de preparare, 1978, U.R.S.S.

[4] Chifu, E. *Chimia coloidală*. Ed. didactică și pedagogică, București, 1969.

[5] Campbell, R. *Théorie generale de l'équation de Mathieu*. Paris, Masson et C-ie Editeurs, 1955.

Măsurarea umidității concentratelor—umidimetru cu neutroni

Ing. **Gh. Pop**, ing. **O. Prie**
I.C.P.M.N. Baia Mare

dr. ing. **I. Apostol**
IFIN București

I. Introducere

Tendințele din ce în ce mai accentuate de automatizare a proceselor tehnologice de preparare a minereurilor neferoase impun utilizarea de traductoare pentru măsurarea în flux continuu sau intermitent a tuturor parametrilor tehnologici. În acest sens, unul din parametrii importanți ai procesului de îngroșare-filtrare îl reprezintă umiditatea concentratelor. Măsurarea acestui parametru contribuie la aprecierea calitativă a eficacității fazei tehnologice de îngroșare-filtrare, cu implicații asupra vandabilității produselor și economicitatea transportului. De asemenea, în baza informațiilor de umiditate se poate realiza reglarea corespunzătoare a procesului tehnologic.

Deoarece există o experiență mondială suficient de vastă în domeniul măsurării umidității unor materiale din industria minieră și din industrii cu profil apropiat (metalurgie, materiale de construcții etc.), Institutul de cercetări și proiectări pentru minereuri neferoase Baia Mare, în colaborare cu Institutul de fizică și inginerie nucleară București, a propus realizarea unui umidimetru pentru instalațiile de preparare, respectiv metalurgie, bazat pe principiul măsurării radiometrice.

II. Problema măsurării umidității concentratelor

Actualmente, umiditatea se determină gravimetric prin cîntărirea probei înainte și după eliminarea apei (încălzirea probei într-o etuvă la circa 105°C pînă la uscare). Valoarea umidității masice rezultă prin diferență.

Celelalte metode clasice au la bază măsurarea conductivității electrice sau a proprietăților dielectrice a materialelor.

Deși precizia metodei gravimetrice este ridicată, utilizarea acesteia fiind generalizată și standardizată, ansamblul metodelor clasice prezintă unele dezavantaje :

— necesită colectarea și transportarea probelor în laborator ;

— măsurătorile se efectuează pe cantități relativ mici, fiind nereprezentative pentru întreaga cantitate de material;

— durata măsurătorii este relativ mare.

Rezultate echivalente, uneori chiar superioare, s-au obținut prin procedee radiometrice mai expeditive și mai ușor aplicabile la condiții industriale.

III. Descrierea metodei radiometrice, considerații constructive, modul de lucru și radioprotecția

Pornind de la diferențele mari care există între atomii de hidrogen și atomii celorlalte elemente în privința pierderilor de energie cinetică prin ciocnirea elastică cu neutroni, s-a elaborat o metodă radiometrică pentru determinarea hidrogenului, respectiv a apei.

Astfel, dacă un material este iradiat cu neutroni rapizi, produși de o sursă cu intensitate constantă, o creștere a concentrației de hidrogen, respectiv a apei, va duce la o creștere a fluxului de neutroni moderați pînă la energii termice.

Se va utiliza o sursă de neutroni rapizi, tip Am-Be, amplasată în vecinătatea unui detector de neutroni termici (ex. contor proporțional umplut cu He-3). Dacă în mediul de măsură nu există alte elemente moderatoare sau dacă concentrația acestora este constantă, răspunsul detectorului depinde direct proporțional de concentrația hidrogenului din apa conținută în probă, respectiv de umiditatea probei.

Echipamentul se compune dintr-o sondă de măsură introdusă într-un conteiner de protecție și un bloc electronic de afișaj. Sonda de măsură conține sursa de neutroni rapizi și traductorul radiometric constînd din: detectorul de neutroni termici, amplificatorul de impulsuri, discriminatorul și sursa de înaltă tensiune. Cartelele electronice sînt executate pe circuite imprimate.

Modul de lucru al umidimetrului este intermitent. Astfel, pentru fiecare vagonet se prevede un tub de acces sudat de pereții laterali la mijloc și o bridă de fixare. Conteinerul de protecție, cu sonda de măsură introdusă în el, se fixează de vagonet în dreptul tubului de acces în brida de susținere, se eliberează sonda de măsură și se introduce în tubul de acces unde se poziționează astfel încît sursa de radiații să ajungă la mijlocul vagonetului.

În situația de neutilizare a echipamentului, atenuarea fluxului de neutroni rapizi emis se realizează în conteinerul de protecție, conținînd un ecran de parafină.

La utilizare, condiția principală de radioprotecție constă în existența în jurul sursei de radiații a unei zone de investigație echivalentă cu volumul unei sfere de rază 30 cm din materialul probei de măsură, ceea ce reprezintă vagonet complet încărcat.

Din măsurările de radioprotecție efectuate s-a constatat că debitul dozei nu depășește valoarea de 3 mrem/h la peretele conteinerului de protecție, respectiv 0,3 mrem/h la distanța de 1 m, situîndu-se sub valorile limită impuse de normele republicane de radioprotecție.

IV. Experimentarea industrială și prelucrarea datelor obținute la o uzină de preparare

S-au efectuat măsurători radiometrice și clasice (gravimetrice) în paralel, zilnic, la un număr de 125 de vagoneți, luîndu-se în considerare 106 măsurători complete a umidității concentratului de cupru, filtrat din vagoneți.

Punctele de măsură obținute în cadrul experimentului s-au prezentat grafic, constatîndu-se o concentrare a acestora într-un domeniu statistic crescător. Punctele situate în afara acestui domeniu s-au considerat ca fiind aberante, eliminîndu-se din calculele următoare. De asemenea, s-a efectuat o grupare a punctelor de măsură apropiate, rezultînd în final 60 de puncte de măsură reprezentative formînd, din punct de vedere statistic, o populație normală de date.

Punctele de măsură reprezentative s-au prezentat grafic rezultînd un domeniu statistic care se poate aproxima printr-o dreaptă reprezentînd chiar dreapta de calibrare a umidimetrului. S-a utilizat metoda regresiei liniare. După efectuarea calculelor s-a obținut ecuația dreptei de calibrare a umidimetrului:

$$W_m = 4{,}9 + 0{,}077\ I_W \qquad (1)$$

unde:

W_m reprezintă umiditatea masică, %;

I_W — mărimea radiometrică, puls/s.

Din analiza modului de distribuire a punctelor de măsură reprezentative s-a constatat o concentrare a acestora în jurul dreptei de calibrare cu o abatere medie de lucru de 1,4% umiditate masică.

În cadrul experimentului realizat la fiecare vagonet s-au prelevat probe din mai multe puncte diferite și, analizîndu-se modul de dispersie a valorilor umidității masice, obținută prin determinări clasice (gravimetrice), s-a constatat o repartiție neomogenă a materialului în vagonet datorată densității, gradului de afinare etc. și s-a stabilit valoarea abaterii medii de 1,0%.

De asemenea, la fiecare vagonet s-au efectuat mai multe determinări radiometrice și, analizîndu-se modul de dispersie a valorilor mărimii radiometrice, se constată o variație constantă cu o abatere medie de 1 puls/s, datorată emisiei statistice a sursei de radiații. Fidelitatea (exac-

titatea) umidimetrului este reprezentată valoric de către această abatere medie, corespunzînd la o variație a umidității masice de 0,1%.

Avînd în vedere că valoarea abaterii medii de lucru a umidimetrului de 1,4% include, atît valoarea abaterii medii de 1,0%, datorată repartiției neomogene a materialului în vagoneți, cît și valoarea abaterii medii de 0,1 %, datorată emisiei statistice a sursei de radiații, pentru stabilirea valorii clasei de precizie se va lua în considerare abaterea medie reală de 0,3%. Astfel, la un domeniu de măsură a umidității masice de 5 — 25 % rezultă o clasă de precizie de 0,3 %/20 % × 100 = 1,5%

V. Măsurarea umidității șarjei de Pb-Zn cu umidimetru volumic de adîncime la o uzină metalurgică

Aglomerarea concentratului autofondant Pb-Zn este un proces cu un consum ridicat de energie.

Menținerea în parametri a procesului de aglomerare este determinată de mai mulți factori printre care și umiditatea amestecului de aglomerare. Această umiditate trebuie să fie menținută în jurul valorii de 6%, prin stropire cu un debit variabil de apă într-un amestecător primar.

Controlul umidității se face de către muncitorul ce reglează apa.

Caracterul mat sau sticlos al materialului, precum și modul cum se prezintă un bulgăre de material strîns în pumn, determină aprecierea umidității. După stropire, materialul este transportat pe un traseu de benzi timp de 8 min, fiind distribuit pe alimentatorul mașinii de aglomerare prin două pîlnii: una de inițiere și una principală.

Timpul de trecere a materialului prin pîlnia de inițiere este de 20 de min.

Rezultă că umiditatea materialului nu este corespunzătoare, minute în șir procesul de aglomerare este necorespunzător și cantitatea de material returnată crește peste procentul admis de însuși specificul procesului de aglomerare.

În această idee s-a încercat măsurarea umidității în flux continuu.

În tehnica mondială sînt folosite aparate nucleare ce măsoară umiditatea amestecurilor de minereu pe bandă sau în buncăre.

Principala problemă care se ridică este găsirea unui punct de măsură unde densitatea determinată de tasarea materialului (tasare determinată de timpul de staționare a aglomeratului în punctul de măsură) să se păstreze constantă. Aceasta deoarece se preferă o sondă de măsură a umidității volumice, măsurarea umidității masice fiind mai greu de realizat.

Gradul uniform de tasare a minereului poate fi realizat, fie pe bandă, fie într-o pîlnie cu un proces de trecere constant și continuu a materialului.

S-a preferat folosirea sondei neutronice plasate în buncăr, întrucît geometria de măsurare se realizează [4] cu o eroare de precizie mai mică, spre deosebire de aparatul de suprafață, ce se folosește la transportoare cu benzi sau pe peretele buncărului.

S-a ales deci, ca soluție constructivă, sonda inversată în pîlnia de inițiere, în poziție verticală, pentru a nu împiedica trecerea șarjei.

Pentru sonda de măsură s-a realizat o soluție tehnică robustă care să permită folosirea ei în condițiile deosebit de grele de la mașina de aglomerare.

În acest fel se face o măsurare continuă a umidității, obținînd informația de umiditate în semnal unificat, cu toate posibilitățile de folosire într-o buclă de automatizare.

Domeniul de lucru al aparatului realizat este de 3 — 9%.

Pentru determinarea erorii de bază s-a variat umiditatea concentratului de minereu Pb—Zn la 5 valori diferite. Pentru fiecare valoare s-a citit informația, prelevîndu-se simultan din buncărul de măsură cîte 2 probe, pentru care s-a determinat umiditatea gravimetric, valorile măsurate fiind:

Proba	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
U, %	4	4,2	4,5	4,4	5,1	5,1	5	5,5	5	4,6
$\bar{U}$, %	4,1		4,45		5,1		5,25		4,8	
R	36		37,5		42		44		37	

unde:

U, $\bar{U}$ reprezintă umiditățile determinate gravimetric, respectiv media lor aritmetică;

R — rata de numărare.

Folosind dreapta de etalonare ridicată pe probele 1 — 8, s-a determinat concentrația de 4,32%, corespunzător ratei de numărare pentru probele 9 și 10.

$$W = |U_x - U_0| = 4{,}32 - 4{,}8 =$$

$$= 0{,}48\% \text{ umiditate.}$$

Precizia obținută este sub 0,5% față de max. 3% cît s-a preconizat.

Concluzii

Metoda radiometrică de măsură a umidității concentratelor minereurilor neferoase prezintă o statistică bună, este simplă și economică, pretîndu-se la automatizări industriale.

Metoda este nedistructivă, rapidă, iar echipamentul portabil. Operativitatea şi precizia ridicată a măsurării consacră această metodă ca fiind superioară metodei clasice (gravimetrice). Volumul de material investigat este mult mai mare.

Preţul destul de ridicat al aparatului, necesitatea asigurării securităţii nucleare şi sensibilitatea relativ mică la umidităţi sub 3 — 5%, constituie dezavantajele metodei radiometrice de măsură a umidităţii.

Bibliografie

[1] Apostol, I., Oncescu, M. *On the metalurgical parameters in the measuring of moisture.* Bucureşti, I.F.I.N., 1965.

[2] Nicolau, T., Apostol, I. *Umidiometre electronice, seria electronică aplicată.* Bucureşti, Ed. tehnică, 1973.

[3] Emilian, G., Şerban, D. *Elemente de radioprotecţie.* Bucureşti, Ed. tehnică, 1976

[4] Constantinescu, I., Golumbovici, D., Militaru, C. *Prelucrarea datelor experimentale cu calculatoare numerice.* Bucureşti, Ed. tehnică, 1980

[5] Tertişco, M. ş.a. *Identificarea proceselor* Curs I.P.B., 1978.

Cîteva observaţii cu privire la variaţia grosimii Stratelor de Viţeu din flişul marginal dintre Valea Sucevei şi Valea Suceviţei

Prof. dr. doc. T. Joja
Universitatea Bucureşti

I. Sub numele de Strate de Viţeu am desemnat (T. Joja, 1968) un pachet de strate ale flişului eocen mediu din faciesul de Putna (=faciesul marginal) din partea de E a Pînzei de Tarcău din bazinul Rîului Suceava. Denumite anterior (în momentul separării lor) Strate de Plopu inferioare (T. Joja, 1960) ele sînt cuprinse între calcarul de Pasieczna, la bază, şi Stratele de Strujinoasa, la partea superioară. Stratele de Viţeu constau dintr-o serie de argile şi mai puţin marne foioase verzui cu intercalaţii de gresii moi albăstrui în strate de 5 — 10 cm, a căror grosime totală scade treptat, în Pînza de Tarcău, în sens V—E, de la 100 la 70 m şi chiar la 40 m în solzul de la Gura Voivodesei pe care, pentru motive pe care le voi arăta mai departe, îl consider ca aparţinînd acestei pînze şi nu ca pînă acum celei de Doamna. Constatarea privind variaţia grosimii Stratelor de Viţeu am făcut-o pe două aliniamente: unul nordic şi altul sudic în cel nordic măsurarea grosimii am efectuat-o, mai întîi, la V, în solzul Strujinoasa, pe P. Putna, la aproximativ 1 km în amonte de confluenţa lui cu P. Glodu, iar apoi la E, în solzul Viţeu, în cursul mijlociu al lui, în apropiere de confluenţa cu P. Nagrasu. În primul punct ea măsoară 100 m, în cel de-al doilea, 70 m. În aliniamentul sudic, măsurătoarea grosimii Stratelor de Viţeu am efectuat-o în patru puncte şi anume, de la V la E, mai întîi în solzul Strujinoasa, pe P. Bercheza, aproape de izvoarele lui —unde măsoară 100 m — apoi în alte trei puncte, toate situate pe P. Voivodeasa, primul în solzul Viţeu, la locul unde se unesc cele două ramuri ale pîrîului dinspre izvoarele acestuia — unde măsoară tot 70 m ca în cursul mijlociu al P. Viţeu — în al doilea punct în continuare pe P. Voivodeasa în solzul Aluniş — D. Rău — unde măsoară 50 m — şi în fine în al treilea punct, în solzul de la Gura Voivodeasei pe acelaşi pîrîu, la 2 km amonte de confluenţa cu P. Sucevita — — unde măsoară numai 40 m.

Calcarul de Pasieczna din patul Stratelor de Viţeu, l-am separat, ca orizont independent în mijlocul depozitelor eocene din aceeaşi pînză, în regiunea dintre Voivodeasa şi Sucevita încă din anul 1950 (T. Joja, 1953). El constă dintr-un pachet gros de 15 — 20 m de calcare fine, dure, albe-cenuşii sau albe-gălbui cu aspect de calcare litografice, în strate de 10 — 25 cm, în care se găsesc silicifieri.

Stratele de Strujinoasa, din acoperişul Stratelor de Viţeu, le-am separat odată cu Stratele de Viţeu (T. Joja, 1960) şi ca şi acestea din Stratele de Plopu lato sensu. Deschise în sens longitudinal, pe o distanţă relativ mare, în lungul pîrîului cu acelaşi nume, afluent al P. Putnişoara (în special la circa 80 m în aval de confluenţa lui cu P. Alb), Stratele de Strujinoasa sînt constituite dintr-o alternanţă deasă de argile foioase cenuşii şi mai ales roşii (fapt ce le face extrem de uşor de recunoscut) în strate de 10 — 15 cm, întregul pachet avînd o grosime de 10 — 20 m. Menţionez că prin Strate de Strujinoasa înţeleg strict pachetul de argile roşii (cu intercalaţiile dintre ele) de la primul strat roşu, din bază, pînă la ultimul, de la partea superioară. Remarc, de asemenea, că, atît calcarul de Pasieczna, cît şi Stratele de Strujinoasa s-au dovedit a fi excelente orizonturi-reper pe o bună întindere a Carpaţilor Orientali.

Am insistat ceva mai mult asupra noţiunii de Strate de Viţeu şi de Strujinoasa întrucît ele sînt cartate uneori împreună, fapt care, după părerea mea, nu este recomandabil decît atunci cînd scara hărţii nu permite separarea lor, dar şi în acest caz, este util — cred — să apară ambele, atît în legenda hărţii, cît şi în textul la care ea este anexată.

Reamintesc, de asemenea, că, pe bază de microfaună, s-a atribuit (T. Joja ș.a. 1963) celor trei orizonturi menționate (calcarului de Pasieczna, Stratelor de Vițeu și celor de Strujinoasa) vîrsta eocen medie.

II. Iată acum care este, în comparație cu cele arătate mai înainte, situația în unitatea de sub Pînza de Tarcău, unitate care apare în semifereastra de la Gura Putnei, pusă în evidență de mine în anul 1950* (T. Joja, 1954). În această unitate, pentru care, după unele ezitări, am introdus în cele din urmă, într-o comunicare din 1965 (T. Joja ș.a., 1967) denumirea de Pînză de Doamna (întrucît caracterul ei de pînză de șariaj a fost demonstrat în mod indubitabil abia de un foraj săpat de Ministerul Petrolului în localitatea Doamna de pe Valea Bistriței în apropiere de orașul Piatra Neamț), am distins în mijlocul depozitelor eocene, într-un facies particular, faciesul de Gura Putnei aceleași orizonturi ca în Pînza de Tarcău și anume, de jos în sus : calcarul de Pasieczna, Stratele de Vițeu și Stratele de Strujinoasa. Există însă unele deosebiri între modul în care se prezintă ele în cele două unități, mai ales în ce privește grosimea lor. Astfel, în timp ce în Pînza de Tarcău, după cum am mai spus, grosimea Stratelor de Vițeu scade de la V la E, de la 100 la 40 m, în solzul de la Gura Voivodesei, în Pînza de Doamna, în semifereastra de la Gura Putnei, grosimea lor scade brusc la numai 10 m sau chiar mai puțin (T. Joja, 1960), așa cum se poate observa pe P. Huta la confluența lui cu P. lui Bostan, precum și pe ramura de N a acestuia din urmă, la marginea pădurii.

Grosimea de 100—40 m a Stratelor de Vițeu, a cărei variație este treptată, poate fi considerată, după părerea mea, ca fiind caracteristică pentru Pînza de Tarcău, în timp ce, cea de 10 m, poate fi considerată ca fiind caracteristică pentru Pînza de Doamna, în partea vizibilă a ei, ea fiind, altfel zis, un element de margine.

În același sens scade, însă într-o mai mică măsură, și grosimea Stratelor de Strujinoasa, de la 10 la 20 m, cît măsoară în Pînza de Tarcău, la numai cîțiva metri, în pînza de Doamna, cum dealtfel scade și numărul intercalațiilor roșii ale lor.

În ce privește calcarul de Pasieczna, acesta devine, în Pînza de Doamna, ceva mai gros și deobicei și ceva mai grosier, așa cum se întîmplă pe V. Sucevei (T. Joja și Eugenia Manoliu, 1978) la circa 3 km V de confluența cu P. Putna, unde măsoară 70 m. El este, în același timp, acoperit nu de Strate de Plopu str. s., cum se întîmplă în Pînza de Tarcău, ci de Strate de Bisericani.

* „Structura geologică a flișului marginal de pe Putnișoara și din cursul inferior al Putnei". Raport manuscris în arhiva Inst. Geol. al Comit. Geol. 1950, 21 pag. text și o hartă geol. sc. 1 : 25.000.

III. Din cercetările întreprinse între Valea Sucevei și Valea Sucevițeî rezultă că variația grosimii Stratelor de Vițeu în sens V—E este, așa cum am mai spus, în faciesul de Putna, (de Leșunț—Putna dacă-l considerăm în ansamblul Carpaților Orientali din Moldova*), în Pînza de Tarcău, treptată (=continuă). Este de presupus că grosimea lor scădea în continuare, în același mod, spre E, în bazinul de sedimentare în care s-au format, pînă la marginea lui. Scăderea bruscă a grosimii acestora pînă la 10 m, în Pînza de Doamna, în semifereastra de la Gura Putnei, se datorește faptului că zona în care se va fi realizat treptat această scădere, se găsește spre V, sub Pînza de Tarcău. Aceeași explicație este, cred, valabilă și pentru variația grosimii, mai puțin spectaculoasă însă, a Stratelor de Strujinoasa. Pentru același motiv cred acum că „solzul de la Gura Voivodesei", cu privire la care am avut încă de la început (T. Joja, 1955) dificultăți în atribuirea lui unității superioare (=Pînzei de Tarcău) sau unității inferioare (=Pînzei de Doamna) și pe care l-am atribuit atunci, în final, acesteia din urmă, ca o lamă de șariaj (pe baza faciesului Stratelor de Bisericani în care se prezintă depozitele eocenului superior și a celui conglomeratic al depozitelor oligocene), trebuie atribuit Pînzei de Tarcău. Într-adevăr, grosimea Stratelor de Vițeu scade treptat din solzul Aluniș-Dealul Rău spre E în solzul Gura Voivodesei din colțul de SE al regiunii și nu brusc cum ar trebui să se întîmple dacă între cei doi solzi ar exista o încălecare de proporțiile unei pînze de șariaj, așa cum se observă în nordul regiunii la Gura Putnei.

IV. Din observații făcute de mine cu prilejul unor cercetări mai vechi în Pînza de Doamna, în semifereastra Bistriței, la Piatra Șoimului (pe P. Calu) și mai ales la S de ea (pe P. Iapa)** rezultă că, atît Stratele de Vițeu, cît și Stratele de Strujinoasa, de deasupra lor, și calcarul de Pasieczna, de sub primele, au grosimi comparabile cu cele echivalente cu ele, din aceeași unitate, din semifereastra de la Gura Putnei (respectiv 10 ; 5 și 70 m).

În același sens par să pledeze, cel puțin în ce privește Stratele de Vițeu, și cele de Strujinoasa și unele observații ale lui M. Micu (1976, pag. 56) făcute în unitatea cutelor marginale (=Pînza de Doamna) din regiunea dintre Valea Agapiei și Valea Almașului care le atribuie corespondenților lor împreună o grosime de numai 15 — 25 m, în timp ce, după același autor, ele au, la V de perimetrul cercetat,

* I. Dumitrescu, M. Săndulescu, Gr. Alexandrescu, Jeana Săndulescu, Elena Bratu (1971) „Monografia formațiunilor din zona externă a flișului Carpaților Orientali". Arhiva I.G.G., București.

** „Raport asupra condițiilor geologice ale unei mari construcții din Moldova, însoțit de o hartă geologică la scara 1 : 5000". Arhiva Comit. Geol., 1953.

deci în Pînza de Tarcău, o grosime de 60 — — 70 m. După cum se poate vedea, autorul menționat acceptă și el implicit o scădere, de la V la E, a grosimii Stratelor de Vițeu.

V. Scăderea grosimii Stratelor de Vițeu și a celor de Strujinoasa, în sens V—E, scădere care poate fi observată din Valea Sucevei pînă cel puțin la S de Valea Bistriței, pare să se datoreze salinității mai mari a apei în largul bazinului de sedimentare în care s-au format, salinitate care va fi favorizat o precipitare mai abundentă a particulelor în suspensie decît la marginea de E a lui, unde apele dulci, venite de pe continent, micșorau salinitatea acesteia.

În ceea ce privește îngroșarea în sens invers a calcarului de Pasieczna, aceasta ar putea să fie datorată unei mai intense dezvoltări către țărm a cocolitoforideelor care-l constituie, poate pentru că apa mării va fi fost acolo mai puternic oxigenată.

VI. În fine, cred că criteriul de atribuire la una sau alta din cele două pînze (de Tarcău sau de Doamna), după grosimea Stratelor de Vițeu, poate fi extins și la S de Valea Sucevița, la solzii de la marginea de E a flișului, acolo unde în aceștia apar depozite eocene medii la zi, solzi a căror atribuire la Pînza de Doamna, numai pe baza faciesului conglomeratic al oligocenului, nu este total convingătoare.

VII. Întrucît flișul marginal dintre Suceava și Sucevița se continuă mult spre vest de perimetrul figurat în schița geologică anexată, într-un perimetru în care lucrările de explorare pentru hidrocarburi continuă și vor continua, cred că prezentarea detaliată a caracterelor Stratelor de Vițeu și a celor de sub și deasupra lor va putea fi de folos în urmărirea acestor lucrări. Afirmația de mai sus este valabilă, după părerea mea, pentru tot flișul marginal dintre Suceava și Moldova.

Bibliografie

[1] Joja, T. *Structura geologică a flișului marginal dintre văile Voivodeasa și Sucevița.* D.S.Com. Geol., vol. XXXVII, București, 1953

[2] Joja, T. *Structura geologică a flișului marginal de pe Putnișoara și din cursul inferior al Putnei.* D.S.Com. Geol., vol. XXXVIII, București, 1954

[3] Joja, T. *Flișul extern și miocenul dintre Falcău și Bilca și de la SV de Voitinelu.* D.S. Com. Geol., vol. XXXIX, București, 1955

[4] Joja, T. *Contribuțiuni la cunoașterea stratigrafiei și tectonicii flișului extern din jurul comunei Brodina și de la fundul pîrîului Putna.* Bul. Inst. Petrol Gaze Geol., VI, p. 9 — 25, 1 pl., București, 1960

[5] Joja, T., Cosma Viorica, Dumitrescu Zorela *Orizonturile flișului extern dintre Suceava și Sucevița și conținutul lor micropaleontologic.* Asoc. geol. carp. balc. (Congr. V-lea, 1961), vol. III/1, București, 1963.

[6] Joja, T., Iancu, Gh., Popovici, M. *Principalele rezultate de ordin stratigrafic și tectonic ale forajelor Comitetului Geologic de la Putna (reg. Suceava)* D. S. Com. Geol, Inst, Geol, L II/2, p. 69 — 93, 2 pl. București, 1967

[7] Joja, T., Mutihac, V., Mureșan, M. *Crystalline Mesozoic and Flysch complexes of the East Carpathians (Northern Sector).* Intern. Geol. Congr. XXIII, Sess. Prague 1968. Guide to Excursion 46 AC, România, București, 1968

[8] Joja, T., Eugenia Manoliu *Asupra prezenței unor microforaminifere în orizontul calcarului de Pasieczna din flișul eocen de la Gura Putnei, pe valea Sucevei.* Acad. R. S. România, Studii și cercet. de geol., geof. și geog., Seria geol. Tom 23, București, 1978

[9] Micu, M. *Flișul extern și miocenul subcarpatic dintre Valea Agapiei și Valea Almașului.* D.d.s., Inst. de geol și geof., Vol. LXII (1974—1975), Tectonică și geologie regională, București, 1976.

Dimensionarea garniturilor de prăjini de pompare (II)

Dimensionarea rapidă a garniturilor de prăjini de pompare prin calcule analitice simplificate și grafice

Dr. ing. **N. Petre**
I.C.P.P.G. Cîmpina

V. Simplificarea relațiilor de calcul pentru dimensionare

Lungimea tronsonului inferior de prăjini se determină cu relația [1; 2; 6; 7; 8]:

$$l_1 = \frac{1 - AX}{1 + Y} \cdot H, \qquad (4)$$

iar a tronsonului de ordinul i cu relația:

$$l_i = \frac{S_1 - S_i - 1}{S_1 \cdot q_i} \cdot \frac{q_1 + A}{1 + Y} \cdot H. \qquad (5)$$

Se transcriu relațiile ca procente:

$$P_1 = \frac{l_1}{H} = \frac{(1 - A\,X)\,100}{1 + Y} = \frac{100}{1+Y} - \frac{100\,X}{1+Y} \cdot A$$

$$Y = q_1 \cdot X \qquad (4')$$

În relația (4') se împart numărătorul și numitorul cu x obținîndu-se

$$P_1 = \frac{100\,\frac{1}{X}}{\frac{1}{X} + q_1} - \frac{100}{\frac{1}{X} + q_1} \cdot A = C - C_1 \cdot A \qquad (6)$$

$$q_1 = \frac{Y}{X}$$

Deci tronsonul inferior, indiferent de numărul de tronsoane, se determină cu relația (7) și anume:

$$\boxed{P_1 = C - C_1 \cdot A} \qquad (7)$$

Procentul tronsonului de ordinul 1 este:

$$P_i = \frac{l_i}{H} = \frac{S_1 - S_i - 1}{S_1 \cdot q_i} \cdot \frac{q_1 + A}{1 + Y} \cdot 100. \quad (5)$$

Se împart cu S_1 numărătorul și numitorul:

$$P_i = \frac{1 - \frac{S_{i-1}}{S_i}}{\frac{S_1}{S_i} \cdot q_i} \cdot \frac{q_1 + A}{1 + Xq_1} \cdot 100 = \frac{q_1}{q_i},$$

$$100 \cdot \frac{1 - \frac{S_i - 1}{S_i}}{\frac{S_1}{S_i} q_i (1 + X q_1)} + \frac{1 - \frac{S_{i-1}}{S_i}}{\frac{S_1}{S_i} q_i (1 + X q_1)} A \cdot 100.$$

Înlocuind în relațiile de calcul secțiunile și greutățile unitare ale prăjinilor de pompare, pe dimensiuni, se determină relațiile de calculul procentelor de prăjini care depind de parametrul A și diferite constante.

$$P_i = C_2 + C_3 A. \quad (8)$$

Expresiile de calcul ale procentului de prăjini din garnitură pe fiecare tronson sînt redate în tabelul 3. Ele se pot întrebuința rapid pentru stabilirea procentului de dimensiune de prăjini din garnitură dacă se cunoaște parametrul A. Relațiile sînt liniare și conțin două constante diferite și o variabilă, parametrul A, care se calculează cu relația:

$$A = \frac{2\sigma_r \cdot Ø}{\sigma_0 \xi + (2\sigma_r - \sigma_0)\psi} \quad (9)$$

Înlocuind valorile lui σ_r și σ pentru cele 3 calități de oțeluri din care se confecționează prăjinile de pompare se obțin relațiile:

— pentru oțelul uzual 35 M 16:

$$A = \frac{1000\,Ø}{200\,\xi + 800\psi}, \quad (9')$$

— pentru oțelul 20 MoN 35 recomandat la medii corozive de lucru:

$$A = \frac{1000\,Ø}{238{,}5\,\xi + 761{,}5\psi}, \quad (9'')$$

— pentru oțelul 41 MoC 11 recomandat la adîncimi mari de pompare:

$$A = \frac{1000Ø}{185{,}3\,\xi + 814{,}7\,\psi}, \quad (9''')$$

ξ și ψ sînt parametrii cinematici determinați astfel:

$$\xi = b + \frac{1}{2}[m_{asc} - b m_{desc} + f(1 - b)] \quad (10)$$

$$\psi = \frac{1}{2}[m_{asc} + b\,m_{desc} + f(1 - b)] \quad (11)$$

Tabelul 3

Relații pentru calculul procentelor de tronson de prăjini care alcătuiesc o garnitură

GARNITURI DE PRAJINI DE POMPARE ALCATUITE DIN 2, 3, 4 și 5 TRONSOANE											
Componenta garniturii	Două tronsoane	Cînd nu se mai introduce garnitură	Componenta garniturii	Trei tronsoane	Cînd nu se mai introduce garnitură	Componenta garniturii	Patru tronsoane	Cînd nu se mai introduce garnitură	Componenta garniturii	Cinci tronsoane	Cînd nu se mai introduce garnitura
5/8 + 3/4 in	$P_{5/8}$ =77,18 -13,04 A $P_{3/4}$ =22,82 +1304 A	$\geqslant$ 5,9187	5/8 + 3/4 + 7/8 in	$P_{5/8}$ =64,25-20,43 A $P_{3/4}$ =19,61 +10,86 A $P_{7/8}$ =16,74 +9,58 A	A $\geqslant$ 3,1449	5/8 + 3/4 + 7/8 + 1 in	$P_{5/8}$ =55,7-25,30 A $P_{3/4}$ =16,49 +9,42 A $P_{7/8}$ =14,54 + 8,31 A P_1 =13,27 +7,58 A	A $\geqslant$ 2,20158	5/8 + 3/4 + 7/8 + 1 + 1 1/8 in	$P_{5/8}$ =49,98 -28,59A $P_{3/4}$ = 14,77 + 8,45 A $P_{7/8}$ = 13,04 +7,45 A P_1 =11,9 +6,8 A $P_{1\,1/8}$ =10,31 +5,9 A	A $\geqslant$ 1,74816
3/4 + 7/8 in	$P_{3/4}$ =79,58 -8,44 A $P_{7/8}$ =20,42 + 8,44 A	$\geqslant$ 9,4280	3/4 + 7/8 + 1 in	$P_{3/4}$ =67,16 -13,57 A $P_{7/8}$ = 17,23 +7,12 A P_1 = 15,61+6,45 A	A $\geqslant$ 4,94915	3/4 + 7/8 + 1 + 1 1/8 in	$P_{3/4}$ =59,10-16,90 A $P_{7/8}$ = 15,15 + 6,26 A P_1 = 13,75 +5,67 A $P_{1\,1/8}$ = 12 +4,96 A	A $\geqslant$ 3,49704			
7/8 + 1 in	$P_{7/8}$ = 81,18 -5,84 A P_1 = 18,82 +5,84 A	$\geqslant$ 13,9007	7/8 + 1 + 1 1/8 in	$P_{7/8}$ = 69,86 -9,36 A P_1 =16,2 +5,03 A $P_{1\,1/8}$ = 13,94 + 433 A	A $\geqslant$ 7,463675						
1 + 1 1/8 in	P_1 = 83,36 -4 A $P_{1\,1/8}$ = 16,64 +4 A	$\geqslant$ 20,84									
	Garniturile se utilizează curent pînă la cca 1500m.			Garniturile se utilizează corect pînă la cca. 2800 m			Garniturile se utilizează rareori la adîncimi mari de pompare.			Garnitura nu se utilizează practic nici-o dată	

Dacă în relaţiile (9'), (9'') şi (9''') se înlocuieşte $\text{Ø} = \frac{\pi}{8} \cdot \gamma_l D^2_{piston}$ corespunzător la $\gamma_l = 1$ kgf/dm^3 şi diametrelor de pistonare uzuale (1 1/16 ; 1 1/4 ; 1 1/2 ; 1 3/4 ; 2 1/4 ; 2 1/2 ; 2 3/4 ; 3 1/4 şi 3 3/4 in) se obţin expresiile lui A pe tipuri de oţel prăjini de pompare şi diametre de pistoane redate în tabelul 4.

în care :

$$\sigma_{max} = \frac{(b + f + m_{asc})\, P_p + P_l}{S} \qquad (13)$$

$$\sigma_{min} = \frac{b(1 - m_{desc} - f) P_l}{S} \qquad (14)$$

Relaţiile de calcul simplificate, prezentate mai sus, se pot utiliza, atît la dimensionarea

Tabelul 4

Relaţii de calcul ale parametrului A pentru oţelurile 35 M 16 ; 20 Mo N 35 ; 41 MoC 11

Diametrul pistonului pompei de extracţie în.	Tipul oţelului din care se confecţionează prăjinile de pompare			Valoarea coeficientului ϕ pentru $\sigma_{am} = 1$
	35 M 16	20 MoN 35	41 MoC 11	
1 1/16	$A = \frac{1000}{699{,}3\,\xi + 2797{,}2\,\psi}$	$A = \frac{1000}{833{,}6\,\xi + 2662{,}6\,\psi}$	$A = \frac{1000}{647{,}9\,\xi + 2848{,}3\,\psi}$	0,286
1 1/4	$A = \frac{1000}{505{,}1\,\xi + 2020{,}2\,\psi}$	$A = \frac{1000}{602\,\xi + 1923\,\psi}$	$A = \frac{1000}{467{,}9\,\xi + 2057{,}1\,\psi}$	0,396
1 1/2	$A = \frac{1000}{350{,}9\,\xi + 1403{,}5\,\psi}$	$A = \frac{1000}{418{,}2\,\xi + 1336\,\psi}$	$A = \frac{1000}{325{,}1\,\xi + 1429{,}1\,\psi}$	0,570
1 3/4	$A = \frac{1000}{257{,}1\,\xi + 1032{,}3\,\psi}$	$A = \frac{1000}{307{,}6\,\xi + 982{,}6\,\psi}$	$A = \frac{1000}{239{,}1\,\xi + 1051{,}1\,\psi}$	0,775
2	$A = \frac{1000}{197{,}4\,\xi + 789{,}7\,\psi}$	$A = \frac{1000}{235{,}3\,\xi + 751{,}7\,\psi}$	$A = \frac{1000}{182{,}9\,\xi + 804{,}1\,\psi}$	1,013
2 1/4	$A = \frac{1000}{155{,}9\,\xi + 623{,}5\,\psi}$	$A = \frac{1000}{185{,}8\,\xi + 593{,}5\,\psi}$	$A = \frac{1000}{144{,}4\,\xi + 634{,}9\,\psi}$	1,283
2 1/2	$A = \frac{1000}{126{,}3\,\xi + 505{,}4\,\psi}$	$A = \frac{1000}{150{,}6\,\xi + 481\,\psi}$	$A = \frac{1000}{117{,}1\,\xi + 514{,}6\,\psi}$	1,583
2 3/4	$A = \frac{1000}{104{,}3\,\xi + 417{,}3\,\psi}$	$A = \frac{1000}{124{,}4\,\xi + 397{,}2\,\psi}$	$A = \frac{1000}{96{,}7\,\xi + 424{,}9\,\psi}$	1,917
3 1/4	$A = \frac{1000}{74{,}8\,\xi + 299{,}1\,\psi}$	$A = \frac{1000}{89{,}1\,\xi + 284{,}7\,\psi}$	$A = \frac{1000}{69{,}3\,\xi + 304{,}5\,\psi}$	2,675
3 3/4	$A = \frac{1000}{56{,}2\,\xi + 224{,}7\,\psi}$	$A = \frac{1000}{66{,}9\,\xi + 213{,}8\,\psi}$	$A = \frac{1000}{52\,\xi + 228{,}8\,\psi}$	3,561

Dacă în relaţia coeficientului de siguranţă la solicitări variabile :

$$C_v = \frac{2\sigma_r \cdot \sigma_{-1}}{\sigma_{max}(\sigma_r + \sigma_{-1}) - \sigma_{min}(\sigma_r - \sigma_{-1})}, \qquad (12)$$

se înlocuiesc valorile σ_r şi σ_{-1} corespunzătoare oţelului din care se confecţionează prăjinile de pompare, se deduc trei expresii mai simple şi anume :

— pentru oţelul 35 M 16 :

$$C_v = \frac{1\,000}{34{,}921\ \sigma_{max} - 20{,}635\ \sigma_{min}} \qquad (12')$$

— pentru oţelul 20 MoN 35 :

$$C_v = \frac{1\,000}{32{,}692\ \sigma_{max} - 17{,}308\ \sigma_{min}} \qquad (12'')$$

— pentru oţelul 41 MoC 11 :

$$C_v = \frac{1\,000}{30{,}249\ \sigma_{max} - 19{,}013\ \sigma_{min}} \qquad (12''')$$

prăjinilor de pompare la solicitări variabile, cît şi la evaluarea coeficienţilor de siguranţă. Calculul se poate face rapid, fără a se impune stabilirea unor parametri intermediari. Dealtfel, relaţiile incluse în tabelul 3 înlocuiesc procentele de prăjini existente în tabelele 1 şi 2 din partea I a lucrării, dar nu elimină celelalte valori incluse în acele tabele.

VI. Calculul grafic de dimensionare al garniturilor de prăjini de pompare

Valoarea parametrului A se poate determina grafic după nomogramele din figurile 8, 9 şi 10 pentru oţelurile 35 M 16 ; 20 MoN 35 şi 41MoC II. În nomograme se intră în abscisă la valoarea lungimii de cursă, se ridică o verticală la numărul de curse /min., o orizontală la diametrul pistonului pompei de extracţie şi din nou cu o verticală găsim în abscisă (scara superioară) valoarea parametrului A.

Cunoscînd valoarea lui A din figurile 8, 9 şi 10, determinăm grafic procentele tronsoanelor

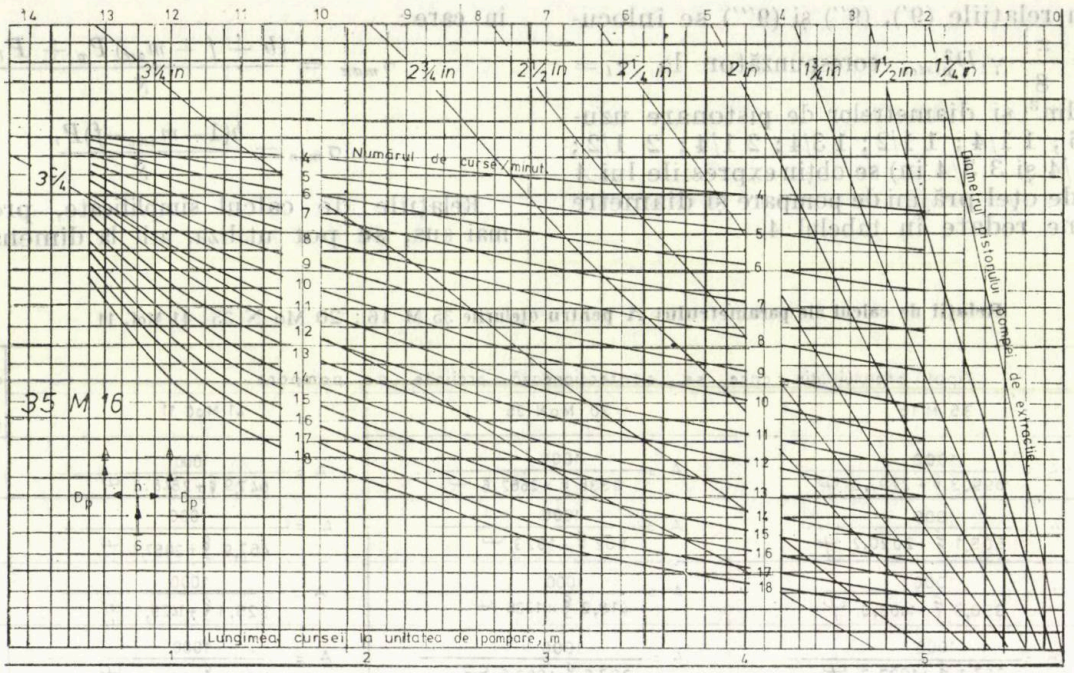


Fig. 8. Calculul grafic al coeficientului A pentru oțelul 35 M 16.

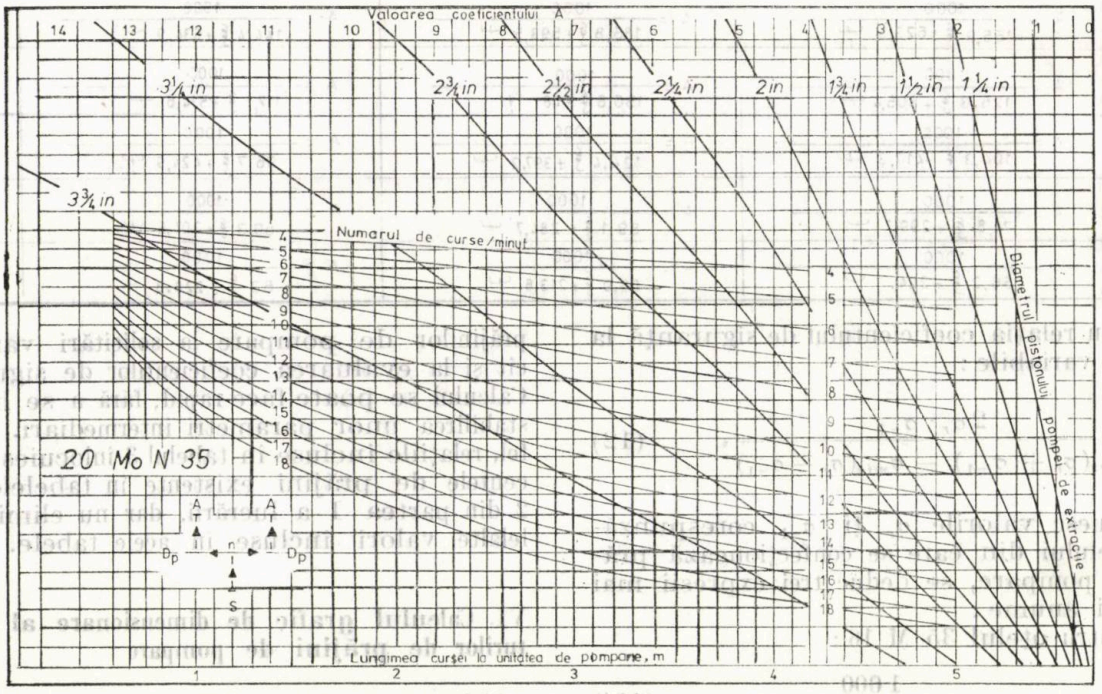


Fig. 9. Calculul grafic al coeficientului A pentru oțelul 20 MoN 35.

de prăjini de pompare ale garniturilor alcătuite din 2, 3 sau 4 tronsoane din figurile 11, 12, 13.

După figura 11 se calculează procentul tronsonului inferior al garniturilor din 2 tronsoane. Tronsonul superior se obține scăzînd din 100% valoarea anterior obținută corespunzătoare celui inferior.

Din figura 12 se determină procentele a două tronsoane (inferior și mediu) din garnitura alcătuită din trei tronsoane. Procentul tronsonului superior se obține scăzînd din 100% suma procentelor celor două tronsoane.

După figura 13 se calculează grafic trei procente ale garniturii alcătuită din patru dimensiuni. Însumînd aceste procente și scă-

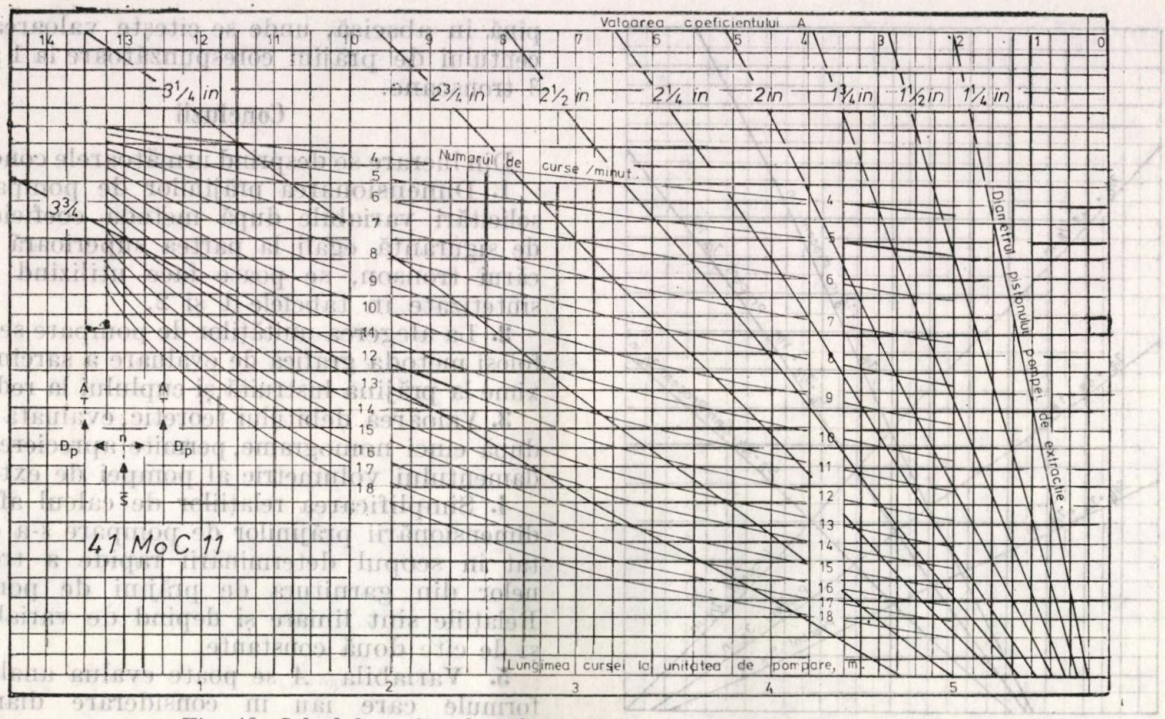


Fig. 10. Calculul grafic al coeficientului A pentru oțelul 41 MoC 11.

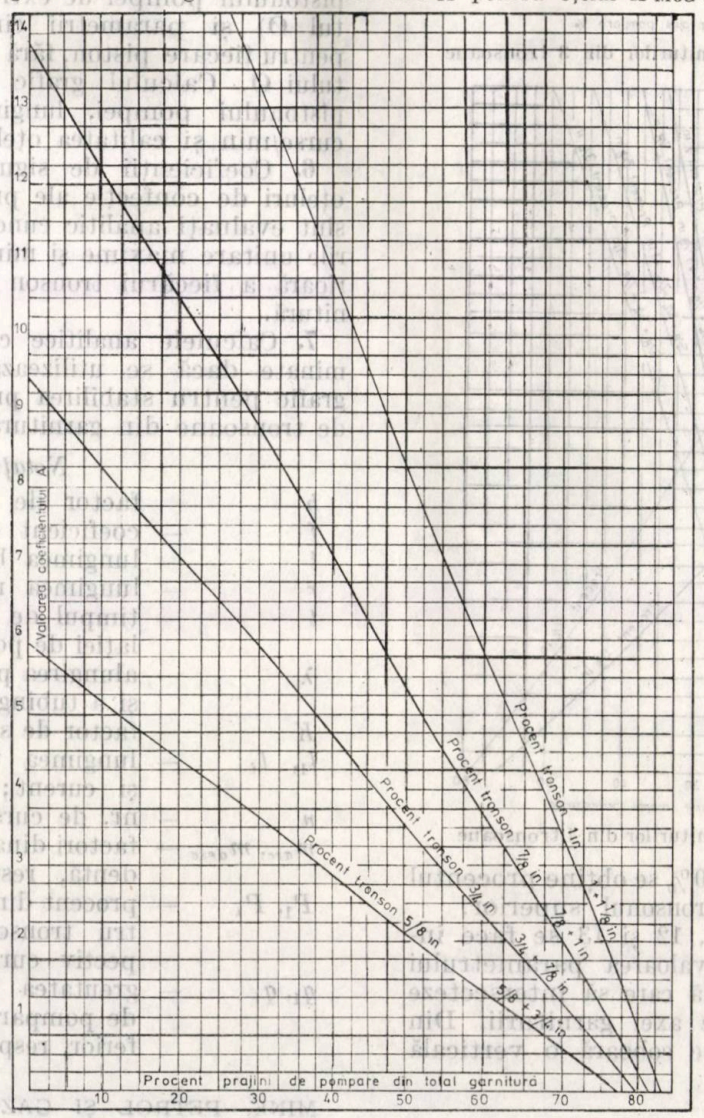


Fig. 11. Dimensionarea garniturilor din 2 tronsoane.

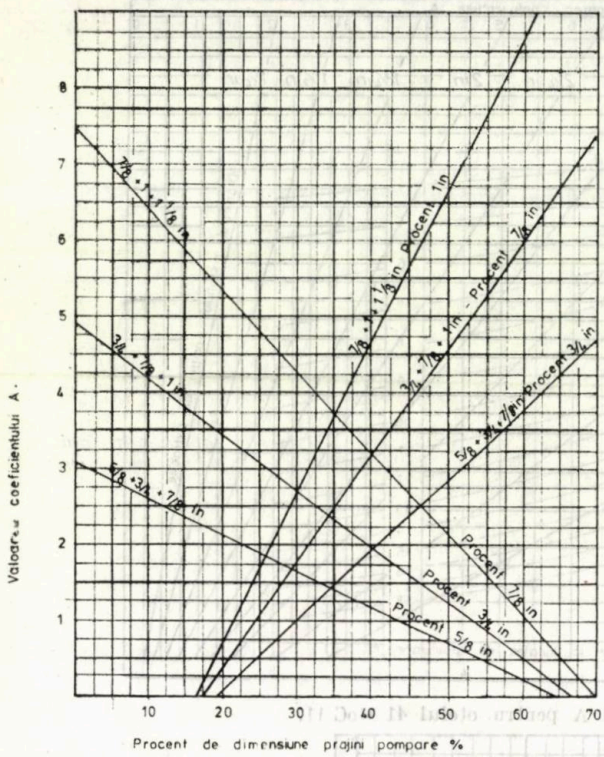


Fig. 12. Dimensionarea garniturilor din 3 tronsoane

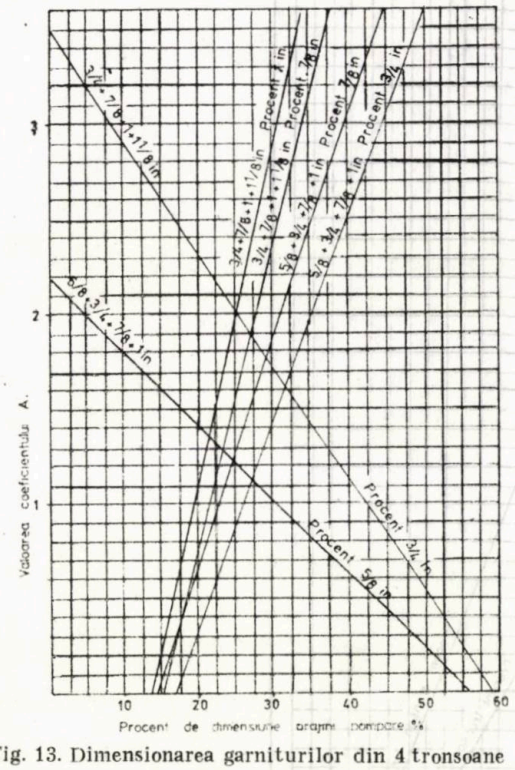


Fig. 13. Dimensionarea garniturilor din 4 tronsoane

zînd această sumă din 100% se obține procentul corespunzător pentru tronsonul superior.

Utilizarea figurilor 11, 12 și 13 se face intrînd în ordonată cu valoarea parametrului A și trasînd o orizontală care să intersecteze dreapta corespunzătoare axei garniturii. Din punctul de intersecție se coboară o verticală pînă în abscisă, unde se citește valoarea procentului de prăjini corespunzătoare la 1; 2 sau 3 tronsoane.

Concluzii

Din lucrare se desprind următoarele concluzii:

1. Dimensionarea prăjinilor de pompare, la solicitări variabile după metoda coeficienților de siguranță egali la partea superioară a fiecărui tronson, se poate face utilizînd datele sintetizate în tabelele 1 și 2.

2. La alegerea unităților de pompare se poate folosi metoda grafică de evaluare a sarcinii maxime la prăjina lustruită și cuplului la reductor.

3. Valoarea debitului teoretic, evaluată grafic după cinci nomograme, permite aprecierea randamentului volumetric al pompei de extracție.

4. Simplificarea relațiilor de calcul aferente dimensionării prăjinilor de pompare s-a executat în scopul determinării rapide a tronsoanelor din garnitura de prăjini de pompare. Relațiile sînt liniare și depind de variabila A și de cîte două constante.

5. Variabila A se poate evalua analitic cu formule care iau în considerare diametrul pistonului pompei de extracție (prin coeficientul Ø) și parametrii cinematici sau direct pentru fiecare piston, fără includerea coeficientului Ø. Calculul grafic utilizează diametrul pistonului pompei, lungimea cursei, nr. de curse/min și calitatea oțelului prăjinilor.

6. Coeficienții de siguranță pe tipuri de oțeluri de confecție ale prăjinilor de pompare sînt evaluați analitic cunoscînd numai eforturile unitare maxime și minime la partea superioară a fiecărui tronson de prăjini din garnitură.

7. Calculele analitice complexe pot fi eliminate dacă se utilizează metoda de calcul grafic pentru stabilirea procentelor lungimilor de tronsoane din garnitură.

Notații

b	— factor de plutire;
f	— coeficient de frecare = 0,08;
l	— lungimea bielei, m;
r	— lungimea razei manivelei, m;
t	— timpul de funcționare a instalației de pompare, ore;
λ	— alungirea prăjinilor de pompare și a tubingului, m;
K	— factor de supracursă;
l_1, l_i	— lungimea tronsonului inferior și curent;
n	— nr. de curse/min;
m_{asc}, m_{desc}	— factori dinamici la cursa ascendentă, respectiv descendentă;
P_1, P_i	— procent din total adîncime pentru tronsonul inferior, respectiv curent, %;
q_1, q_i	— greutatea unitară a prăjinilor de pompare ale tronsonului inferior, respectiv curent, kgf/m;

q_{mp} — greutatea unitară medie ponderată, kgf/m;
A — coeficient adimensional;
C, C_1, C_2, C_3 — constante;
C_v — coeficient de siguranță la solicitări variabile;
D_{pist} — diametrul pistonului, m;
F^p — secțiunea pistonului, dm².
H — adîncimea de fixare a pompei, m;
Q — debitul teoretic, m³/zi;
S_1, S_i — secțiunea prăjinilor din tronsonul inferior, respectiv curent, cm²;
S, S_{pist} — lungimea de cursă la unitatea de pompare și la piston, m;
X, Y — parametrii caracteristici unei combinații de prăjini de pompare, m/kgf , adimensionali;
γ_l — greutatea specifică a lichidului pompat, =1 kgf/dm³;
ξ, ψ — coeficienți adimensionali cinematici;
$\sigma_{max}\ \sigma_{min}$ — efortul unitar maxim, respectiv minim, kgf/cm²;
σ_0 — rezistența la oboseală pentru ciclul pulsator, kgf/cm²;
σ_{-1} — rezistența la oboseala pentru ciclul alternativ simetric, kgf/cm²;
σ_r — rezistența la rupere, kgf/cm².

Bibliografie

[1] Eftimescu, P., Brătianu, E., Petre, N., *Avariile prăjinilor de pompare și unele măsuri pentru reducerea acestora.* Petrol și gaze, **24**, nr. 6, 1973.
[2] Petre, N. *Contribuții la studiul comportării instalației de pompaj din sondă.* Teză de doctorant. I.P.G. Ploiești, 1980.
[3] Petre, N., Chițu, I., Militaru, P. *Metode de calcul și analiza instalațiilor de pompaj de adîncime cu prăjini.* Curs de perfecționare pentru ingineri, I.C.P.P.G., 1983.
[4] Petre, N. *Sarcinile care apar în garnitura de prăjini de pompare și metode pentru dimensionarea acestora* Referat doctorantură, I.C.P.P.G., 1974.
[5] Petre, N. *Solicitări variabile în garnitura de prăjini de pompare.* Referat doctorantură, I.C.P.P.G., 1974.
[6] Bodnărescu, D. *Combinarea generalizată a prăjinilor de pompare la oboseală.* Studii și cercetări de mecanica aplicată. Ed. Academiei R.S.R. nr. 3, Anul XIV, 1963.
[7] Popescu, P. *Aspecte tehnico-economice privind comportarea garniturilor de prăjini de pompare,* Proiect de diplomă, cursuri postuniversitare, I.P.Bucureşti, 1971.
[8] Ioachim Gr., Popa, C., *Exploatarea zăcămintelor de țiței,* Ed. tehnică, București, 1979.

Problemele termice ale conductelor pentru transportul hidrocarburilor congelabile

Conf. dr. ing. **D. Dobrineseu**, dr. ing. **A. Nicoară** și ing. **V. Somoghi**
Institutul de petrol și gaze Ploiești

I. Generalități

Pe conducte de lungimi mari se transportă, în prezent, de la producător la consumator, și diverse lichide calde, cu temperaturi de congelare relativ ridicate, ca de exemplu (in paranteze sînt trecute temperaturile de solidificare): țițeiuri, fracțiuni petroliere grele, benzen (5,5°C), ciclohexan (6,6°C), *p*-xilen (13,3°C) etc. Aceste conducte sînt plasate în sol sau eventual în aer, total sau parțial, și în lungul lor are loc răcirea lichidului pompat, existînd pericolul solidificării acestuia în conductă, în primul rînd în timpul iernii.

La întreruperea accidentală a pompării, are loc o răcire a lichidului în timp, existînd din nou pericolul congelării și deci al scoaterii din funcțiune a conductei pe un timp îndelungat. Evitarea unei astfel de situații se poate face prin reducerea timpului de intervenție pentru înlăturarea accidentului și reluarea pompării, prin izolarea termică satisfăcătoare a conductei, de exemplu cu spumă solidă de poliuretan și prin evitarea plasării conductei în aer, în care caz pierderea de căldură este, în general, mai mare.

Pentru evitarea congelării accidentale a lichidelor în conducte, se utilizează uneori conducte însoțitoare cu un agent de încălzire sau sisteme automatizate de încălzire electrică a conductei pe toată lungimea sa, aceste moduri de rezolvare fiind însă costisitoare. Este bine să fie prevăzută și posibilitatea evacuării lichidului ușor congelabil din conductă, cu ajutorul unui gaz inert (azot etc.) sau al unui lichid greu congelabil (toluen etc.).

Cele ce se prezintă în continuare, referitoare la calculul termic al conductelor de transport, se bazează pe experiența acumulată cu ocazia proiectării unei conducte pentru transport de păcură din Pakistan și a unei conducte pentru transport de benzen din România, ambele conducte fiind izolate termic, cu spumă solidă de poliuretan și avînd lungimi de ordinul a 15 — 20 km.

II. Stabilirea metodei de calcul privind variația în timp a temperaturii lichidului staționat în conductă

În literatură este semnalată răcirea în timp a lichidelor calde staționate în conducte [2; 7; 8]. În cele ce urmează se stabilește o metodică

de calcul al acestui proces, cu regim nestaționar de transfer de căldură.

Lichidul staționat într-o porțiune a conductei se răcește de la temperatura inițială t_i, pînă la temperatura finală t_f, în timpul τ. Temperatura mediului exterior t_s (sol sau eventual aer) este constantă în timpul τ.

Diferența de temperatură medie logaritmică în timp, dintre lichid și mediul exterior rece, este:

$$\Delta t_m = \frac{(t_i - t_s) - (t_f - t_s)}{\ln \frac{t_i - t_s}{t_f - t_s}}.$$

Fluxul termic mediu transferat în exterior de la lichidul din porțiunea de conductă, cu lungimea L și diametrul interior d_i, se poate exprima prin relațiile:

$$Q = \frac{\pi \cdot d_i^2}{4} \cdot L \cdot \rho \cdot c \cdot \frac{t_i - t_f}{\tau},$$

$$Q = k \cdot L \cdot \Delta t_m = k \cdot L \cdot \frac{t_i - t_f}{\ln \frac{t_i - t_s}{t_f - t_s}}.$$

Din egalarea celor două expresii ale lui Q, rezultă:

$$\tau = \frac{\pi \cdot d_i^2 \cdot \rho \cdot c}{4 \cdot k} \cdot \ln \frac{t_i - t_s}{t_f - t_s}, \quad (1)$$

$$t_f = t_s + (t_i - t_s) \exp\left(-\frac{4 \cdot k \cdot \tau}{\pi \cdot d_i^2 \cdot \rho \cdot c}\right). \quad (2)$$

Această ultimă relație exprimă variația exponențială în timp a temperaturii lichidului staționat în conductă. Cînd τ tinde către infinit, t_f tinde către t_s, iar pentru $\tau = 0$, corespunde $t_f = t_i$.

Coeficientul global de transfer de căldură, exprimat pe unitatea de lungime de conductă, rezultă din expresia:

$$\frac{\pi}{k} = \frac{1}{\alpha \cdot d_i} + \sum_1^n \left(\frac{1}{2 \cdot \lambda_i} \ln \frac{d_{i+1}}{d_i}\right) + \frac{1}{2 \cdot \lambda_s} \ln \frac{4 \cdot h}{d_p}, \quad (3)$$

în cazul conductelor îngropate în sol sau din expresia:

$$\frac{\pi}{k} = \frac{1}{\alpha \cdot d_i} + \sum_1^n \left(\frac{1}{2 \cdot \lambda_i} \ln \frac{d_{i+1}}{d_i}\right) + \frac{1}{\alpha_e \cdot d_p}, \quad (4)$$

în cazul conductelor plasate în aer.

Suma din aceste relații se referă la rezistențele termice ale straturilor cilindrice concentrice existente: depunerile de la interiorul conductei, peretele conductei, stratul anticorosiv, stratul izolator termic și stratul exterior de protecție. În majoritatea cazurilor practice, se poate lua în considerare numai rezistența termică a stratului izolator termic.

α este coeficientul de convecție liberă pentru lichidul din conductă, iar α_e coeficientul parțial de transfer de căldură la exteriorul conductei, prin convecție în aer și radiație (pentru α_e se cunosc mai multe metode de calcul [4]).

Exprimîndu-se fluxul termic cedat de fluid și prin relația:

$$Q = \alpha \cdot \pi \cdot d_i \cdot L \cdot (t_m - t_p),$$

în funcție de diferența dintre temperatura medie a fluidului pe axul conductei și temperatura peretelui conductei, rezultă:

$$t_p = t_m - \frac{k(t_i - t_f)}{\pi \cdot d_i \cdot \alpha \cdot \ln\left(\frac{t_i - t_s}{t_f - t_s}\right)}. \quad (5)$$

Este necesar să se cunoască această temperatură a peretelui conductei, pentru că ea determină începerea solifidicării lichidului în conductă.

Deoarece α, k, ρ și c sînt variabile cu temperatura lichidului, deci variabile în timp, relațiile anterioare se aplică succesiv pe intervale mici de timp, respectiv de temperatură. Astfel, această problemă de transfer de căldură în regim nestaționar se rezolvă prin procedeele de calcul corespunzătoare regimului staționar, înlocuindu-se procesul nestaționar printr-o succesiune de procese pseudostaționare. În majoritatea cazurilor practice, fără a se introduce o eroare semnificativă, se poate lucra cu valori unice ale parametrilor amintiți, stabilite pentru temperatura medie.

Dificultatea principală în aplicarea metodei de calcul stabilite constă în faptul că nu se cunosc relații de calcul sau date experimentale privind valoarea coeficientului de convecție liberă α, pentru lichidul staționat în conductă, convecție liberă într-un spațiu limitat de un singur solid cu temperatură uniformă. Avîndu-se în vedere acestea, s-a considerat necesară o cercetare [illegible]erimentală a transferului de căldură [illegible] convecție liberă la lichidele staționate în conducte orizontale.

Înainte însă de a se trece la partea experimentală, se prezintă pe scurt adaptarea metodei de calcul pentru variația temperaturii lichidului în lungul conductei, la pomparea normală care, în general, este cunoscută [1; 3; 8].

Temperatura lichidului variază exponențial în lungul conductei, conform relației:

$$t_f = t_s + (t_i - t_s) \exp\left(-\frac{k \cdot L}{m \cdot c}\right), \quad (6)$$

care se scrie și sub forma :

$$L = \frac{m \cdot c}{k} \cdot \ln \frac{t_i - t_s}{t_f - t_s}. \qquad (7)$$

Coeficientul global de transfer de căldură are expresiile anterioare, în care α este coeficientul de convecție forțată pentru lichidul din conductă și pentru care există diverse relații de calcul [4]. În acest caz, temperatura peretelui se calculează cu relația :

$$t_p = t_m - \frac{m \cdot c(t_i - t_f)}{\alpha \cdot \pi \cdot d_i \cdot L} \qquad (8)$$

În legătură cu aplicarea relațiilor anterioare, se pot face aceleași observații ca și în cazul relațiilor pentru variația temperaturii lichidului în timp.

III. Determinări experimentale privind coeficientul de convecție liberă la lichidele staționate în conducte orizontale

Experiențele au fost efectuate în laborator, utilizîndu-se o aparatură simplă, constînd în tuburi neizolate plasate orizontal, prevăzute cu termometre cu mercur gradate în zecimi de grad și plasate orizontal, cu rezervorul pe axul tubului. Prin aceste tuburi și printr-o baie termostatată s-a recirculat inițial lichidul de cercetat, pînă la stabilirea echilibrului termic. În continuare, s-a oprit circulația lichidului și s-a notat timp de 50 — 80 min, la intervale de 3 min, temperatura indicată de termometru. S-a evitat prezența unor curenți sensibili de aer în cameră și a unor surse de căldură apropiate și s-a notat temperatura aerului din cameră în timpul experienței. Sistemul a fost legat la atmosferă printr-un vas cu lichid, pentru a compensa contracțiile lichidului cauzate de scăderea temperaturii. Tuburile au avut lungimi mari în raport cu diametrele și au fost izolate termic la capete.

Experiențele au fost efectuate cu apă, benzen, toluen, *n*-heptan, alcool *n*-propilic și un ulei greu. Temperatura inițială de la care a început citirea a variat între 79 și 38°C, iar temperatura camerei a fost în timpul experimentărilor de 19 — 23°C.

Pe baza datelor experimentale, cunoscîndu-se curbele de variație a temperaturii în timp, proprietățile fizice ale lichidelor cercetate, temperatura ambiantă și geometria tuburilor au putut fi stabilite valorile coeficientului de convecție liberă interior, precum și valorile temperaturii peretelui, lucrîndu-se pe intervale de răcire de cîte 10 min. Valorile coeficientului parțial de transfer de căldură la exteriorul tuburilor au fost stabilite prin calcul iterativ.

În tabelul 1 sînt prezentate condițiile de lucru și valorile experimentale obținute pentru coeficientul de convecție liberă, la lichidele staționate în tuburi orizontale.

Tabelul 1

Valorile experimentale ale coeficientului de convecție liberă pentru lichidele staționate în tuburi orizontale

Nr.	Lichid	d_i, mm	t_m, °C	t_p, °C	α, W/m² °C
1	Apă (t_e = 19°C)	27,5	57,6	52,6	120,2
2	Apă (t_e = 19°C)	27,5	47,5	43,8	95,4
3	Apă (t_e = 19°C)	27,5	41,2	37,9	76,8
4	Apă (t_e = 19°C)	27,5	36,8	33,9	63,6
5	Apă (t_e = 19°C)	27,5	33,3	30,6	52,6
6	Apă (t_e = 23°C)	27,5	59,9	55,4	105,7
7	Apă (t_e = 23°C)	27,5	51,1	47,4	93,5
8	Apă (t_e = 23°C)	27,5	44,8	41,7	83,7
9	Apă (t_e = 23°C)	27,5	40,2	37,6	76,5
10	Apă (t_e = 23°C)	27,5	36,7	34,7	72,2
11	Apă (t_e = 23°C)	27,5	34,0	32,5	69,2
12	Benzen	27,5	50,0	44,2	49,9
13	Benzen	27,5	38,1	34,2	35,8
14	Benzen	27,5	32,1	29,5	28,7
15	Benzen	27,5	28,7	26,9	23,3
16	Benzen	27,5	26,7	25,5	21,6
17	Toluen	27,5	55,2	47,4	43,5
18	Toluen	27,5	40,5	36,3	39,7
19	Toluen	27,5	32,9	30,4	36,5
20	Toluen	27,6	28,7	27,2	33,5
21	Toluen	27,5	26,4	25,5	31,4
22	Toluen	27,5	25,1	24,5	29,6
23	*n*-Heptan	27,5	55,2	47,6	45,3
24	*n*-Heptan	27,5	40,8	35,8	32,1
25	*n*-Heptan	27,5	33,6	30,2	26,8
26	*n*-Heptan	27,5	29,6	27,4	22,0
27	Alcool *n*-propilic	27,5	56,9	49,5	51,4
28	Alcool *n*-propilic	27,5	44,2	39,1	41,5
29	Alcool *n*-propilic	27,5	36,7	33,0	35,4
30	Alcool *n*-propilic	27,5	32,1	29,6	30,3
31	Alcool *n*-propilic	27,5	29,3	27,3	23,9
32	Alcool *n*-propilic	27,5	27,3	25,5	22,0
33	Ulei	27,5	47,7	36,9	21,7
34	Ulei	27,5	38,2	30,8	19,3
35	Ulei	27,5	32,2	26,8	17,4
36	Ulei	27,5	28,3	24,4	15,7
37	Ulei	27,5	25,7	22,9	14,7
38	Apă	60	75,4	71,2	160,5
39	Apă	60	69,0	64,8	142,8
40	Apă	60	63,6	59,5	129,4
41	Apă	60	58,7	54,6	113,7
42	Apă	60	54,6	50,5	99,2
43	Apă	60	50,7	46,7	89,2
44	Apă	60	47,5	43,6	81,4
45	Apă	60	45,0	41,3	77,7
46	Benzen	60	36,2	31,8	31,8
47	Benzen	60	33,0	28,8	25,7
48	Benzen	60	30,6	27,0	21,3
49	Ulei	60	70,2	54,1	26,8
50	Ulei	60	61,3	46,7	25,0
51	Ulei	60	54,0	41,8	23,1
52	Ulei	60	48,3	38,2	21,7
53	Ulei	60	43,6	34,2	20,3
54	Ulei	60	39,8	32,5	19,0
55	Ulei	60	36,8	30,2	18,3

Datele experimentale pentru cele 55 cazuri analizate (pentru lichide diferite sau intervale de temperatură diferite) au permis stabilirea următoarelor concluzii :

— în domeniile cercetate, α are valori cuprinse între 160,5 și 14,7 W/m²·°C ;

— α crește odată cu creșterea temperaturii medii a lichidului, variația fiind cu aproximație liniară;

— panta creșterii lui α cu temperatura medie este maximă pentru apă și minimă pentru ulei;

— la aceeași valoare a temperaturii medii, α are valori maxime pentru apă și valori minime pentru ulei;

— influența diametrului tubului asupra lui α este redusă, existînd o ușoară creștere a lui α cu scăderea diametrului tubului.

După mai multe încercări de corelare [6; 9] s-a ajuns la concluzia că datele experimentale pot fi corelate satisfăcător prin următoarea relație (fig. 1):

$$Nu = 0{,}0575 \cdot Pr^{0{,}45} \cdot Gr^{0{,}264} \qquad (9)$$

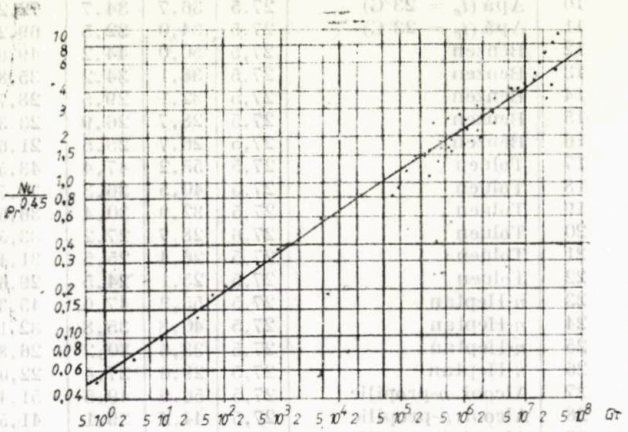


Fig. 1. Corelarea grafică a datelor experimentale

în care criteriile de similitudine au următoarele expresii:

$$Nu = \frac{\alpha \cdot d_i}{\lambda}; \quad Pr = \frac{c \cdot \mu}{\lambda}; \quad Gr = \frac{d_i^3 \cdot \rho^2 \cdot g \cdot \beta \cdot \Delta t}{\mu^2}.$$

Pentru a se vedea influența diverșilor parametri asupra lui α, relația anterioară se poate scrie și sub forma ($\Delta t = t_m - t_p$):

$$\alpha = 0{,}0575 \cdot \frac{\lambda^{0{,}55} \cdot \rho^{0{,}528} \cdot c^{0{,}45} \cdot (g \cdot \beta \cdot \Delta t)^{0{,}264}}{d_i^{0{,}208} \cdot \mu^{0{,}078}} \qquad (10)$$

Relația stabilită, care permite calculul lui α în funcție de t_m, t_p, d_i și proprietățile fizice ale lichidului, se deosebește de relațiile clasice ale convecției libere prin faptul că exponenții criteriilor Pr și Gr au valori diferite.

Relația a fost stabilită pentru domeniile experimentale $Pr = 2 - 9624$ și $Gr = 0{,}7 - 3{,}316 \cdot 10^7$.

Proprietățile fizice ale lichidului se iau la temperatura medie aritmetică între t_m și t_p sau, în cazul în care aceste temperaturi au valori apropiate, proprietățile fizice se pot lua la temperatura medie a lichidului pe axul conductei t_m.

Prin intermediul relației experimentale obținute pentru calcularea lui α și a metodicii propuse pentru stabilirea variației lui t_f cu τ, poate fi rezolvată satisfăcător problema răcirii în timp a lichidelor staționate în conducte orizontale, așa cum se poate vedea în aplicația numerică ce urmează.

IV. Aplicație numerică

Aplicația se referă la o conductă avînd $L = 15$ km, $d_e = 88{,}9$ mm și $d_i = 77{,}9$ mm, prin care se transportă benzen în fază lichidă. Conducta este îngropată la adîncimea $h = 1{,}3$ m, într-un sol argilos avînd $\lambda_s = 1{,}4$ W/m·°C și temperatura minimă $t_s = 2$°C. Conducta este izolată cu un strat de spumă solidă de poliuretan, cu grosimea de 50 mm și $\lambda_p = 0{,}025$ W/m.°C. Debitul minim de benzen pompat este $m = 6\,500$ kg/h, iar temperatura inițială minimă a benzenului este egală cu 50°C (cazuri defavorabile). Se va verifica dacă, în timpul pompării normale sau la reluarea pompării, după un timp de întrerupere accidentală $\tau = 8$h, există pericolul scăderii temperaturii benzenului sub 10°C (temperatura de solidificare este 5,5°C).

Proprietățile fizice ale benzenului în fază lichidă [5] sînt:

t, °C	ρ, kg/m³	c, kJ/kg.°C	λ, W/m.°C	μ, kg/m.s	β, 1/°C
17	882	1.698	0,155	$6{,}8 \cdot 10^{-4}$	$1{,}14 \cdot 10^{-3}$
37	860	1.811	0,152	$5{,}1 \cdot 10^{-4}$	$1{,}29 \cdot 10^{-3}$

Răcirea benzenului în lungul conductei la pomparea normală

Valoarea lui k nu variază sensibil cu temperatura benzenului și nu este cazul să se lucreze cu intervale mici de răcire. Se iau proprietățile fizice ale benzenului la 37°C, temperatură apropiată de temperatura medie a benzenului în conductă.

Viteza benzenului:

$$w = \frac{4 \cdot m}{\rho \cdot \pi \cdot d_i^2} = \frac{4 \cdot 6500}{3600 \cdot 860 \cdot \pi \cdot 0{,}0779^2} = 0{,}4405 \text{ m/s},$$

$$Re = \frac{d_i \cdot w \cdot \rho}{\mu} = \frac{0{,}0779 \cdot 0{,}4405 \cdot 860}{5{,}1 \cdot 10^{-4}} = 57\,864.$$

La răcirea lichidului, pentru $Re > 10^4$:

$$Nu = \frac{\alpha \cdot d_i}{\lambda} = 0{,}0263 \cdot Re^{0,8} \cdot Pr^{0,35},$$

$$Pr = \frac{c \cdot \mu}{\lambda} = \frac{1811 \cdot 5{,}1 \cdot 10^{-4}}{0{,}152} = 6{,}0764.$$

Coeficientul de convecție forțată:

$$\alpha = \frac{0{,}152}{0{,}0779} \cdot 57\,864^{0,8} \cdot 6{,}0764^{0,35} =$$

$$= 622{,}97 \text{ W/m}^2\text{.°C}.$$

Coeficientul global de transfer:

$$k = \frac{\pi}{\frac{1}{\alpha \cdot d_i} + \frac{1}{2 \cdot \lambda_p} \ln \frac{d_p}{d_e} + \frac{1}{2 \cdot \lambda_s} \ln \frac{4 \cdot h}{d_p}}.$$

Diametrul exterior al stratului de poliuretan:

$$d_p = 88{,}9 + 2 \cdot 50 = 188{,}9 \text{ mm}$$

$$k = \frac{\pi}{\frac{1}{20{,}489 \cdot 0{,}0779} + \frac{1}{2 \cdot 0{,}025} \ln \frac{188{,}9}{88{,}9} + \frac{1}{2 \cdot 1{,}4} \ln \frac{4 \cdot 1{,}3}{0{,}1889}} = 0{,}18606 \text{ W/m°C}.$$

$$k = \frac{\pi}{\frac{1}{622{,}97 \cdot 0{,}0779} + \frac{1}{2 \cdot 0{,}025} \ln \frac{188{,}9}{88{,}9} + \frac{1}{2 \cdot 1{,}4} \ln \frac{4 \cdot 1{,}3}{0{,}1889}} = 0{,}19299 \text{ W/m °C}.$$

Temperatura benzenului la capătul final al conductei:

$$t_f = t_s + (t_i - t_s) \exp\left(-\frac{k \cdot L}{m \cdot c}\right) =$$

$$= 2 + (50 - 2) \exp\left(-\frac{0{,}19299 \cdot 15\,000 \cdot 3\,600}{6\,500 \cdot 1\,811}\right) =$$

$$= 21{,}8°\text{C}.$$

Dacă conducta nu ar fi izolată termic, din expresia lui k ar dispărea rezistența termică a poliuretanului și s-ar constata că benzenul se răcește pînă la 10°C pe o lungime mai mică decît 3 km și deci că ar fi necesare mai multe stații de reîncălzire.

Diferența medie de temperatură, dintre temperatura benzenului pe axul conductei și temperatura peretelui conductei:

$$\Delta t = \frac{m \cdot c(t_i - t_f)}{\alpha \cdot \pi \cdot d_i \cdot L} = \frac{6\,500 \cdot 1\,811 \cdot (50 - 21{,}8)}{3\,600 \cdot 622{,}97 \cdot \pi \cdot 0{,}0779 \cdot 15\,000} =$$

$$= 0{,}04°\text{C}.$$

Răcirea benzenului în timp, după întreruperea pompării

Coeficientul de convecție liberă:

$$\alpha = \frac{\lambda}{d_i} \cdot 0{,}0575 \cdot Pr^{0,45} \cdot Gr^{0,264}$$

Pentru capătul cald al conductei, se iau proprietățile fizice ale benzenului la 37°C și se admite $\Delta t = 1$°C:

$$Gr = \frac{d_i^3 \cdot \rho^2 \cdot g \cdot \beta \cdot \Delta t}{\mu^2} =$$

$$= \frac{0{,}0779^3 \cdot 860^2 \cdot 9{,}81 \cdot 1{,}29 \cdot 10^{-3} \cdot 1}{5{,}1^2 \cdot 10^{-8}} = 1{,}7011 \cdot 10^7,$$

$$\alpha = \frac{0{,}152}{0{,}0779} \cdot 0{,}0575 \cdot 6{,}0764^{0,45} \cdot (1{,}7011 \cdot 10^7)^{0,264} =$$

$$= 20{,}489 \text{ W/m}^2 \cdot \text{°C}.$$

Coeficientul global de transfer:

$$k = \frac{\pi}{\frac{1}{20{,}489 \cdot 0{,}0779} + \frac{1}{2 \cdot 0{,}025} \ln \frac{188{,}9}{88{,}9} + \frac{1}{2 \cdot 1{,}4} \ln \frac{4 \cdot 1{,}3}{0{,}1889}} = 0{,}18606 \text{ W/m°C}.$$

Temperatura benzenului după $\tau = 8$h, la capătul cald al conductei:

$$t_f = t_s + (t_i - t_s) \exp\left(-\frac{4 \cdot k \cdot \tau}{\pi \cdot d_i^2 \cdot \rho \cdot c}\right) =$$

$$= 2 + (50 - 2) \exp\left(-\frac{4 \cdot 0{,}18606 \cdot 8 \cdot 3\,600}{\pi \cdot 0{,}0779^2 \cdot 860 \cdot 1\,811}\right) =$$

$$= 25{,}3 \text{ °C}.$$

Diferența medie de temperatură ax-perete:

$$\Delta t = \frac{k(t_i - t_f)}{\pi \cdot d_i \cdot \alpha \cdot \ln \frac{t_i - t_s}{t_f - t_s}} =$$

$$= \frac{0{,}18606 \cdot (50 - 25{,}3)}{\pi \cdot 0{,}0779 \cdot 20{,}489 \cdot \ln \frac{50 - 2}{25{,}3 - 2}} =$$

$$= 1{,}27°\text{C (s-a admis 1°C)}$$

Temperatura benzenului după 8 ore, la capătul rece al conductei, se calculează asemă-

nător, luîndu-se proprietăţile fizice ale benzenului la 17°C.

$$Pr = \frac{1698 \cdot 6{,}8 \cdot 10^{-4}}{0{,}155} = 7{,}4493,$$

$$\alpha = \frac{0{,}155}{0{,}0779} \cdot 0{,}0263 \cdot 43\,398^{0{,}8} \cdot 7{,}4493^{0{,}35} =$$

$$= 541{,}96 \text{ W/m}^2 \cdot \text{°C}$$

$$k = \frac{\pi}{\frac{1}{541{,}96 \cdot 0{,}0779} + \frac{1}{2 \cdot 0{,}025} \ln \frac{188{,}9}{88{,}9} + \frac{1}{2 \cdot 1{,}4} \ln \frac{4 \cdot 1{,}3}{0{,}1889}} = 0{,}19295 \text{ W/m°C}$$

$$Gr = \frac{0{,}0779^3 \cdot 882^2 \cdot 9{,}81 \cdot 1{,}14 \cdot 10^{-3} \cdot 1}{6{,}8^2 \cdot 10^{-8}} =$$

$$= 8{,}8942 \cdot 10^6,$$

$$\alpha = \frac{0{,}155}{0{,}0779} \cdot 0{,}0575 \cdot 7{,}4493^{0{,}45} \cdot (8{,}8942 \cdot 10^6)^{0{,}264} =$$

$$= 19{,}296 \text{ W/m}^2 \cdot \text{°C},$$

$$k = \frac{\pi}{\frac{1}{19{,}296 \cdot 0{,}0779} + \frac{1}{2 \cdot 0{,}025} \ln \frac{188{,}9}{88{,}9} + \frac{1}{2 \cdot 1{,}4} \ln \frac{4 \cdot 1{,}3}{0{,}1889}} = 0{,}18564 \text{ W/m} \cdot \text{°C}$$

$$t_f = 2 + (21{,}8 - 2)\exp\left(-\frac{4 \cdot 0{,}18\,564 \cdot 8.3\,600}{\pi \cdot 0{,}0779^2 \cdot 882 \cdot 1\,698)}\right) =$$

$$= 11{,}4°\text{C},$$

$$\Delta t = \frac{0{,}18564 \cdot (21{,}8 - 11{,}4)}{\pi \cdot 0{,}0779 \cdot 19{,}296 \cdot \ln \frac{21{,}8 - 2}{11{,}4 - 2}} = 0{,}55°\text{C}.$$

Dacă conducta nu ar fi izolată termic, temperatura benzenului, la capătul cald al conductei, ar scădea pînă la 10°C în aproximativ 2 ore, iar diferenţa de temperatură axperete ar fi de aproximativ 6°C. Este deci necesară, în acest caz, o evacuare urgentă a benzenului din conductă.

Răcirea benzenului în lungul conductei după reluarea pompării

Se aplică metoda utilizată iniţial, cu proprietăţile fizice ale benzenului la 17°C.

$$w = \frac{6\,500 \cdot 4}{3\,600 \cdot 882 \cdot \pi \cdot 0{,}0779^2} = 0{,}42951 \text{ m/s},$$

$$Re = \frac{0{,}0779 \cdot 0{,}42951 \cdot 882}{6{,}8 \cdot 10^{-4}} = 43\,398,$$

Temperatura benzenului la capătul final al conductei t_i fiind egală cu 25,3°C :

$$t_f = 2 + (25{,}3 - 2)\exp\left(-\frac{0{,}19295 \cdot 15000 \cdot 3\,600}{6\,500 \cdot 1\,698}\right) =$$

$$= 11{,}1°\text{C}.$$

Pentru condiţiile date, la pomparea normală, în timpul întreruperii pompării şi după reluarea pompării, nu există pericolul solidificării benzenului în conductă. Se constată marea eficienţă a izolării termice a conductei cu spumă solidă de poliuretan şi utilitatea relaţiilor stabilite pentru calculul termic al conductelor magistrale de lichide congelabile.

Bibliografie

[1] Arnold, C. I. Oil and Gas Journal, 15 iun. 1981, p. 104.

[2] Davenport, T. C., Conti, V. J. Journal of the Institute of Petroleum, nr. 5, 1971.

[3] Dobrinescu, D., Bulău, L., Petrol şi gaze, **20**, nr. 2, 1969, p. 117.

[4] Dobrinescu, D. *Procese calorice*. Vol. 1, I.P.G., Ploieşti, 1980.

[5] Gallant, R. W. *Physical properties of hydrocarbons*. Vol. 1 şi 2, Gulf Publishing Company, Houston, 1968.

[6] Glück, A. *Metode matematice în industria chimică*. Ed. tehnică, Bucureşti, 1971.

[7] Szilas, A. P. Erdöel-Erdgas-Zeitschrift, nr. 9, 1968.

[8] Szilas, A. P. *Production and transport of oil and gas*. Akadémiai Kiadó, Budapesta, 1975.

[9] Todoran, I. *Tratarea matematică a datelor experimentale*. Ed. Academiei R.S.R., Bucureşti, 1976.

Nomogramă pentru determinarea debitului de apă injectată în sonde

Ing. D. Gh. Peteu
Schela de producție petrolieră VIDELE

În practica de șantier din schelele de producție petrolieră sînt utilizate, pe scară largă, debitmetrele diferențiale tip AB pentru evaluarea debitului de apă injectată în sonde. Aceste debitmetre nu furnizează însă direct valoarea debitului, ci o anumită presiune diferențială h', valoarea debitului determinîndu-se efectiv folosind relația :

$$Q = K\sqrt{\frac{h'}{100} \cdot Ap} \qquad (1)$$

unde :

Q este debitul de apă, m³/zi ;
h' — căderea de presiune exprimată în procente față de căderea maximă de presiune pe care o poate înregistra aparatul ;
Ap — mărimea aparatului ;
K — o constantă care depinde de diametrul d al discului de ștrangulare și de diametrul D al cuponului de măsură de pe conducta de injecție.

În tabelul 1 se dau valorile constantei K pentru diferite combinații $D-d$. Este evident ca pentru determinarea debitului de apa injectată într-o sondă este nevoie, după efectuarea citirilor la debitmetrul diferențial, să se execute calculele indicate de relația (1).

Întrucît acest lucru este uneori incomod în condiții de șantier, în figura 1 este redată o nomogramă care permite determinarea rapidă a debitului de apă injectată într-o sondă, imediat după efectuarea citirilor la debitmetrul diferențial.

Nomograma reprezintă o combinație între scările duble D, nomograma cu puncte aliniate formată din scările Ap, M și K și o abacă anamorfozată în coordonate $Q - h'$ pe care sînt trasate oblicele corespunzătoare celor mai frecvente combinații din șantier. Modul de utilizare a nomogramei reiese chiar din figura 1.

De exemplu : în cazul folosirii unui debitmetru diferențial tip AB, a cărei mărime $Ap = 1000$, montat pe un cupon de diametru $D = 2$ inch, avînd un disc de diametrul $d = 25$ mm și la care s-a citit $h' = 47\%$, se obține $Q = 78$ m³/zi.

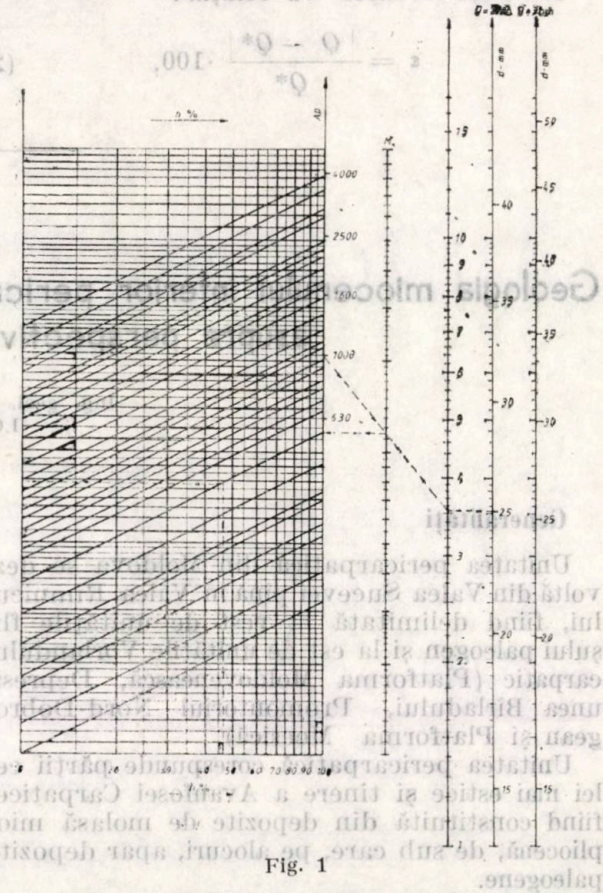


Fig. 1

Tabelul 1

$D=2$ inch	d, mm	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
	K	0,136	0,548	1,240	2,230	3,571	5,381	7,897	11,384	—	—
$D=3$ inch	d, mm	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
	K	0,136	0,548	1,235	2,201	3,457	5,018	6,935	9,242	12,110	15,700

Pentru obținerea acestei valori din nomogramă, pe scara $D = 2$ inch se caută valoarea $d = 25$ mm și se duce o orizontală pînă la scara K. Pe această scară se obține astfel un punct care, unit cu punctul corespunzător mărimii $Ap = 1000$, de pe scara Ap, conduce la obținerea unui punct pe scara mută M. Ducînd o orizontală din acest punct pînă la scara Ap (care acum joacă rol de scară mută) se determină o oblică pe abaca anamorfozată în coordonate $Q - h'$. Intersecția acesteia cu

verticala dusă din $h' = 47\%$ este un punct a cărui orizontală reprezintă chiar debitul $Q = 78$ m³/zi.

Efectuînd calculul cu relaţia (1), pentru aceleaşi date, rezultă :

$$Q^* = 3{,}571 \sqrt{\frac{47}{100} \cdot 1\,000} = 77{,}41 \text{ m}^3/\text{zi}.$$

Calculînd eroarea cu relaţia :

$$\varepsilon = \frac{|Q - Q^*|}{Q^*} \cdot 100, \qquad (2)$$

pentru exemplul dat se obţine $\varepsilon = 0{,}76\%$

Efectuînd şi alte aplicaţii rezultă că erorile se înscriu în limitele acceptate în condiţii de şantier.

Bibliografie

[1] Schwerdt, K. *Nomografie*, în *Manualul Inginerului*. Ed. Asociaţiei Academiei Hutte. Traducere în limba română de Asociaţia Generală a Inginerilor din România, Timişoara 1946, pag. 187 — 189.

Geologia miocenului inferior pericarpatic din Moldova cu privire specială asupra perspectivelor de petrol şi gaze

Ing. geol. **Constanţa Stănculescu**
I.C.P.P.G. Cîmpina

Generalităţi

Unitatea pericarpatică din Moldova se dezvoltă din Valea Sucevei pînă în Valea Rîmnicului, fiind delimitată la vest de unităţile flişului paleogen şi la est de unităţile Vorlandului carpatic (Platforma Moldovenească, Depresiunea Bîrladului, Promontoriul Nord-Dobrogean şi Platforma Moesică).

Unitatea pericarpatică corespunde părţii celei mai estice şi tinere a Avanfosei Carpatice, fiind constituită din depozite de molasă miopliocenă, de sub care, pe alocuri, apar depozite paleogene.

Din punct de vedere stratigrafic şi tectonic, în Unitatea pericarpatică, pe direcţia nord-sud, se pot deosebi două mari sectoare :

— *sectorul nordic* situat între Valea Sucevei şi Valea Trotuşului, cuprinde numai depozite miocene pînă la badenian inclusiv ;

— *sectorul sudic* dintre Valea Trotuşului şi Valea Buzăului este separat stratigrafic şi tectonic prin linia Caşin — Bisoca în două subzone : subzona vestică (flancul intern al avanfosei) alipită orogenului carpatic şi subzona sarmato — pliocenă la exterior (flancul extern al avanfosei).

Regiunea prezentată a constituit obiectul a numeroase cercetări geologice datorită existenţei în subsolul regiunii a unor bogăţii naturale (sare şi petrol).

Cercetarea geologică prin foraje pentru petrol şi gaze a avut cea mai mare pondere.

Activitatea de foraj în Unitatea pericarpatică din Moldova se intensifică după anul 1944, cînd începe o explorare sistematică pentru punerea în valoare a zăcămintelor de petrol dovedite în depozitele miocene inferioare pe structurile Cîmpeni, Tescani şi în depozitele badenian — sarmaţiene pe structurile Caşin şi Cîmpuri. Mai recent, în zona nordică a structurii Tescani, au fost descoperite acumulări de hidrocarburi în oligocen.

Sinteza numeroaselor date geologice obţinute prin foraje a apărut absolut necesară, constituind şi obiectul prezentei note.

Din examinarea rezultatelor geologice obţinute prin foraje se remarcă grosimea variabilă a depozitelor miocenului inferior de la cîteva sute de metri la nord de Valea Bistriţei la peste 4 000 m la sud de Tescani. Dacă ţinem seama de faptul că cele mai adînci sonde săpate la Cîmpeni (sonda 5 085) şi în zona vestică a Unităţii pericarpatice, la Tg. Trotuş (sonda 5 555) pînă la adîncimile de 4 300 m şi respectiv 5 500 m nu au fost depăşite depozitele molasei miocene inferioare, utilitatea explorării petroliere la adîncimi mari şi foarte mari apare evidentă.

Pînă la data actuală majoritatea forajelor au traversat numai depozite miocene inferioare, iar în zona Tescani au fost străbătute şi depozite mai vechi, paleogene.

Stratigrafia

Caracterizarea stratigrafică în detaliu a succesiunii de strate ce intră în alcătuirea molasei miocene inferioare, precum şi separarea aces-

teia în mai multe unități lito-stratigrafice (formațiuni, complexe, orizonturi, nivele reper), identificate prin foraje, au fost corelate în toată aria de dezvoltare a Unității pericarpatice din Moldova.

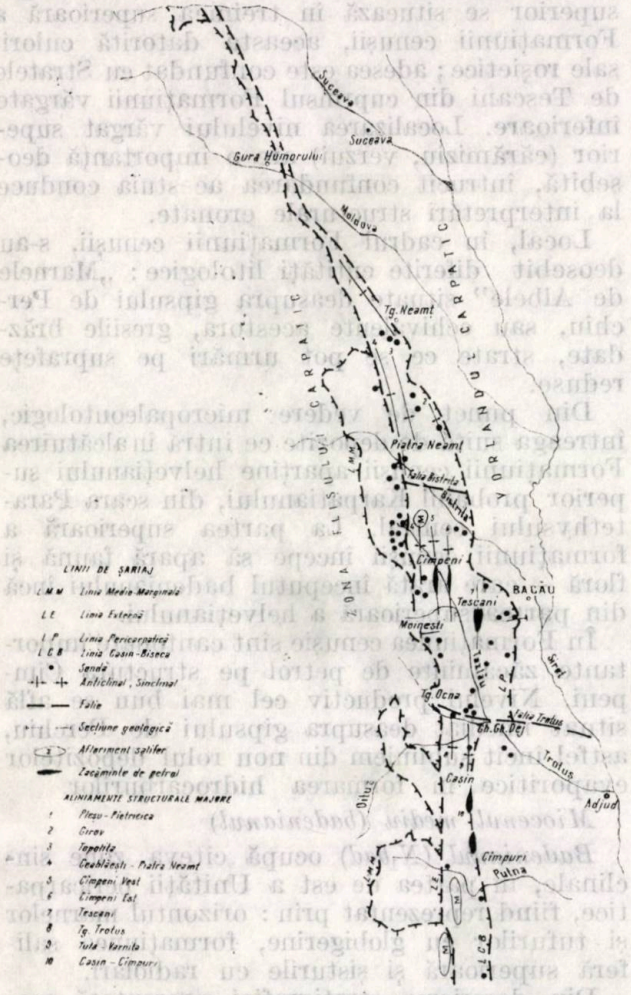


Fig. 1 Schița tectonică a Unității pericarpatice din Moldova

Miocenul inferior este dezvoltat în facies de molasă, prezintă mari variații de facies și grosime. În ultimii ani stratigrafia miocenului a constituit și constituie încă obiectul unor discuții în afara țării noastre și în țară. Au fost evidențiate o serie de erori de corelare între domeniile de sedimentare ale Europei vestice, centrale și estice (Tethys — Paratethys), astfel încît a devenit necesară stabilirea unei scări biostratigrafice pentru Parathtysul central din care face parte și România.

În lucrare se folosesc denumirile etajelor miocenului inferior, curent utilizate în industria de petrol, urmînd să fie în final reparțizate etajelor Paratethysului central.

Miocenul inferior (N_1), în Unitatea pericarpatică din Moldova, este reprezentat prin burdigalian (Eggenburgian), helvețian inferior (Ottnangian) și helvețian superior (Karpatian). Vîrsta acestor depozite a fost stabilită pe baza cercetărilor microfaunistice, palinologice și de nanoplancton în cadrul unor teme de cercetare din cadrul institutului nostru.

Burdigalianul inferior (N_1b_1) este reprezentat în bază prin Formațiunea saliferă inferioară. Aceasta apare la suprafață pe structurile Ludaș, Sărata (Bacău), Năruja. Unele sonde au deschis Formațiunea saliferă inferioară pe structura Cîmpeni, în jurul adîncimii de 4 000 m; în sinclinalul din fața structurii Tescani, la circa 3 400 m și mai la sud la Orășa la adîncimea de aproximativ 4 000 m.

Această formațiune reprezintă burdigalianul inferior, în continuitate de sedimentare cu oligocenul menilitic, prin intermediul stratelor de Gura Soimului (orizontul de tranziție).

Forajele care au deschis oligocenul la Tescani nu au întîlnit orizontul de tranziție de la oligocen la miocen. Formațiunea saliferă inferioară se dispune transgresiv pe orizontul disodilelor și menilitelor superioare.

Burdigalianul superior (N_1b_2). Orizontul argilitic infraconglomeratic (N_1b_{2a}) urmează în continuitate de sedimentare formațiunii salifere inferioare pe grosimi de peste 500 m. Acest orizont, care reprezintă de fapt o trecere la complexul conglomeratic succedent, păstrează o parte din caracterele formațiunii salifere inferioare (gipsuri, sare), iar spre nivelele superioare apar gresii și microconglomerate, marcînd debutul conglomeratelor masive de deasupra. Menționăm că din cercetările noastre (Constanța Stănculescu, Balteș N., 1982, sub tipar) am observat că trecerea de la o formațiune la alta se face, de obicei, prin așa-numitele orizonturi de trecere, ce conțin atît elementele formațiunii subjacente, cît și elemente noi.

Asociațiile micropaleontologice caracteristice plasează orizontul argilitic infraconglomeratic în baza burdigalianului superior.

Complexul conglomeratic de Pleșu — Almașu — Pietricica, denumit după localitățile unde apare la suprafață, a fost întîlnit de majoritatea forajelor, pe grosimi de 500 — 1 000 m.

Complexul conglomeratelor masive se caracterizează prin dezvoltarea preponderentă a elementelor de șisturi verzi hercinice (șisturi cloritoase, clorito-sericitoase, cuarțite și gnaise) pe lîngă care s-au mai găsit roci sedimentare ca gresii și conglomerate roșii (triasice) dolomite, calcare cu numuliți, desigur remaniate.

Deși complexul conglomeratic are un conținut paleontologic mai redus, a putut fi încadrat micropaleontologic la burdigalianul superior. Acest complex, în partea de sud-vest a Unității pericarpatice din Moldova, este substituit printr-un orizont argilitic izoconglo-

meratic, care are același conținut micropaleontologic bine individualizat în sonda 5 555 Tg. Trotuș.

Helvetian inferior (N_1h_1) (Ottnangian) este reprezentat prin Formațiunea vărgată inferioară cunoscută sub denumirea de „Orizontul roșu" sau „Strate de Tescani", fiind sinonimă în proporții diferite cu stratele de Sucevița, Topolița, Gresia de Moișa, Gresia de Condor, stratele de Mărginești, Borzești, Hîrja și Marne de Poiana. Această formațiune este cuprinsă între complexul conglomeratic în bază și gipsul de Perchiu în partea superioară.

Formațiunea vărgată inferioară are o dezvoltare largă în Unitatea pericarpatică din Moldova și prezintă acumulări de hidrocarburi în exploatare pe structurile Tescani și Cîmpeni.

Caracteristic pentru Formațiunea vărgată inferioară este culoarea brună, roșcată sau verzuie, motiv pentru care s-a denumit astfel. Această formațiune este alcătuită din depozite detritice : gresii, nisipuri, marne și argile. Grosimea formațiunii poate depăși 1 500 m. Micropaleontologic este localizată în helveția-nul inferior (Ottnangian).

Uneori, în cadrul Formațiunii vărgate inferioare, pe diagrafiile electrice ale sondelor (fig. 2) se separă două complexe litologice, în bază, complexul preponderent grezos (N_1h_1a), urmat de un complex marnos grezos (N_1h_1b). În ambele complexe litologice sînt cantonate acumulări de petrol, situate la diferite nivele stratigrafice. Nivelul cu cea mai bună capacitate productivă se situează imediat sub gipsul de Perchiu.

Helveția-nul superior (N_1h_2) (Karpatian). Echivalarea helvetianului superior cu etajul Karpatian din Paratethysul central sau numai cu o parte din acesta (Orizontul „șisturilor calcaroase") suscită încă discuții.

Helveția-nul superior (N_1h_2) în Unitatea pericarpatică din Moldova este reprezentat prin Formațiunea cenușie cunoscută sub denumirea de „Orizontul cenușiu" sau „Strate de Cîmpeni". Această unitate litostratigrafică, în continuitate de sedimentare cu precedenta, bine dezvoltată în grosime (poate depăși 2 000 m) prezintă condiții de sedimentare în mod vizibil schimbate, marcate de dezvoltarea în bază a unui strat gros de gips, gipsul de Perchiu (N_1h_{2a}), reper stratigrafic regional care, în alternanță cu marne și argile, depășește 100 m grosime.

Formațiunea cenușie prezintă o asociație microfaunistică nouă și apar modificări în compoziția microfloristică.

Urmărirea în detaliu a repartiției stratigrafice a diverselor suite litologice a permis separarea mai multor subdiviziuni corelabile regional :

- complexul marnos cu gipsuri și anhidrite (N_1h_2b) în bază gros de circa 1 000 m ;
- orizontul marnos, calcaros, cunoscut sub denumirea de orizontul „Șisturilor calcaroase" poate atinge uneori 800 m grosime.

Acesta prezintă în bază un nivel vărgat de circa 100 m grosime, care s-a denumit „Nivelul vărgat superior". Precizăm că nivelul vărgat superior se situează în treimea superioară a Formațiunii cenușii, aceasta datorită culorii sale roșietice ; adesea este confundat cu Stratele de Tescani din cuprinsul Formațiunii vărgate inferioare. Localizarea nivelului vărgat superior (cărămiziu, verzui) are o importanță deosebită, întrucît confundarea acestuia conduce la interpretări structurale eronate.

Local, în cadrul Formațiunii cenușii, s-au deosebit diferite entități litologice : „Marnele de Albele" situate deasupra gipsului de Perchiu, sau echivalente acestora, gresiile brăzdate, strate ce se pot urmări pe suprafețe reduse.

Din punct de vedere micropaleontologic, întreaga suită de depozite ce intră în alcătuirea Formațiunii cenușii aparține helveția-nului superior probabil Karpatianului, din scara Paratethysului central. La partea superioară a formațiunii cenușii începe să apară faună și floră — care arată începutul badenianului încă din partea superioară a helveția-nului.

În Formațiunea cenușie sînt cantonate importante zăcăminte de petrol pe structura Cîmpeni. Nivelul productiv cel mai bun se află situat imediat deasupra gipsului de Perchiu, astfel încît subliniem din nou rolul depozitelor evaporitice în formarea hidrocarburilor.

Miocenul mediu (badenianul)

Badenianul (N_1bad) ocupă cîteva zone sinclinale, în partea de est a Unității pericarpatice, fiind reprezentat prin : orizontul marnelor și tufurilor cu globigerine, formațiunea saliferă superioară și șisturile cu radiolari.

Din descrierea stratigrafiei prezentată mai sus, rezultă că miocenul inferior pericarpatic este alcătuit din patru mari unități litostratigrafice :

1 — Formațiunea saliferă inferioară ;
2 — Complexul conglomeratelor de Pleșu—Almașu—Pietricica ;
3 — Formațiunea vărgată inferioară ;
4 — Fomațiunea cenușie.

Ultimele două formațiuni conțin acumulări de petrol la anumite nivele stratigrafice.

Considerații tectonice (fig. 3)

Unitatea pericarpatică (Avanfosa Carpaților Orientali) este situată la vest de unitățile flișului paleogen prin linia externă sau linia medio-marginală, acoperă la rîndul său bessarabianul Platformei moldovenești prin linia pericarpatică ce le delimitează. Datele de ordin structural obținute prin cartările de suprafață, prospecțiuni geofizice și foraje dove-

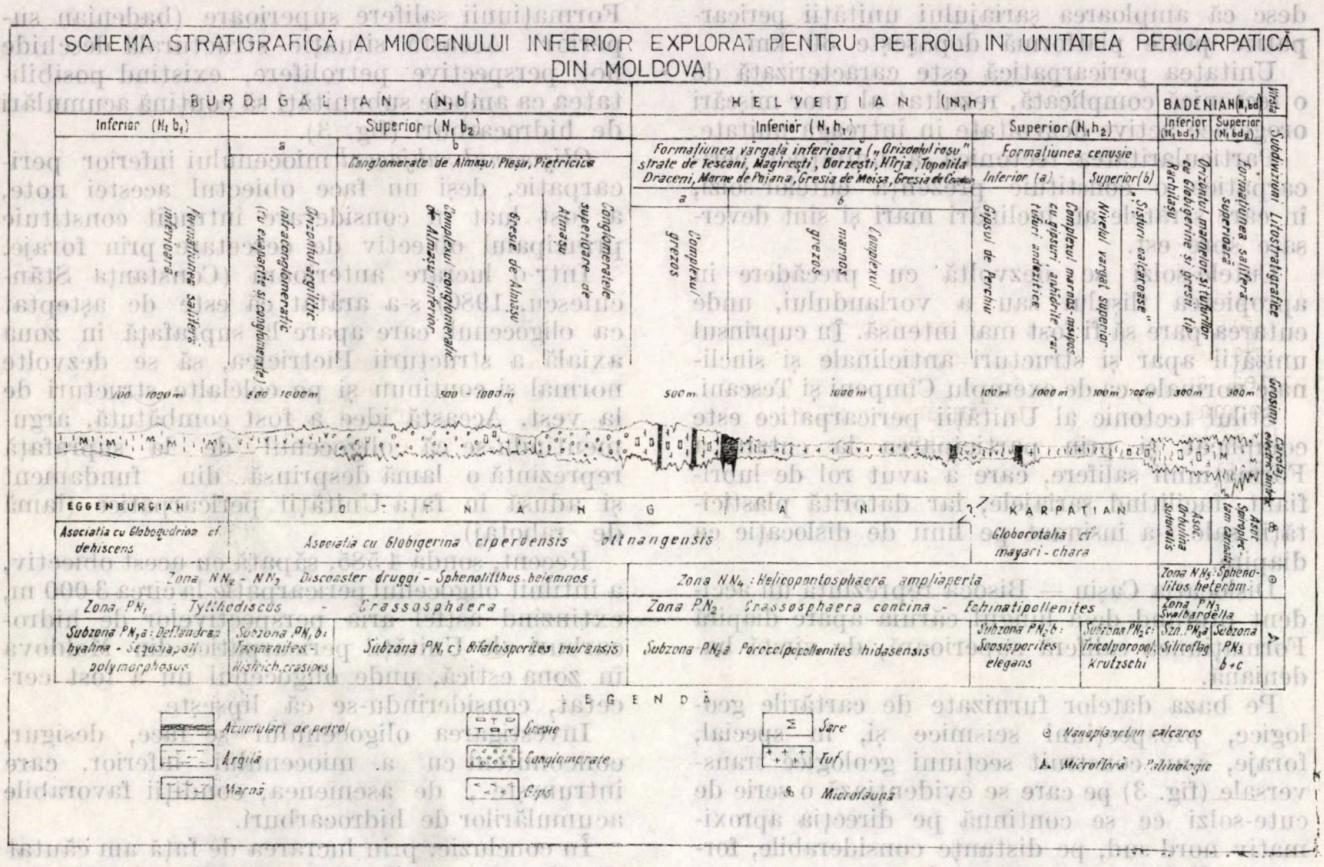


Fig. 2. Schema stratigrafică a miocenului inferior explorat pentru petrol în Unitatea pericarpatică din Moldova

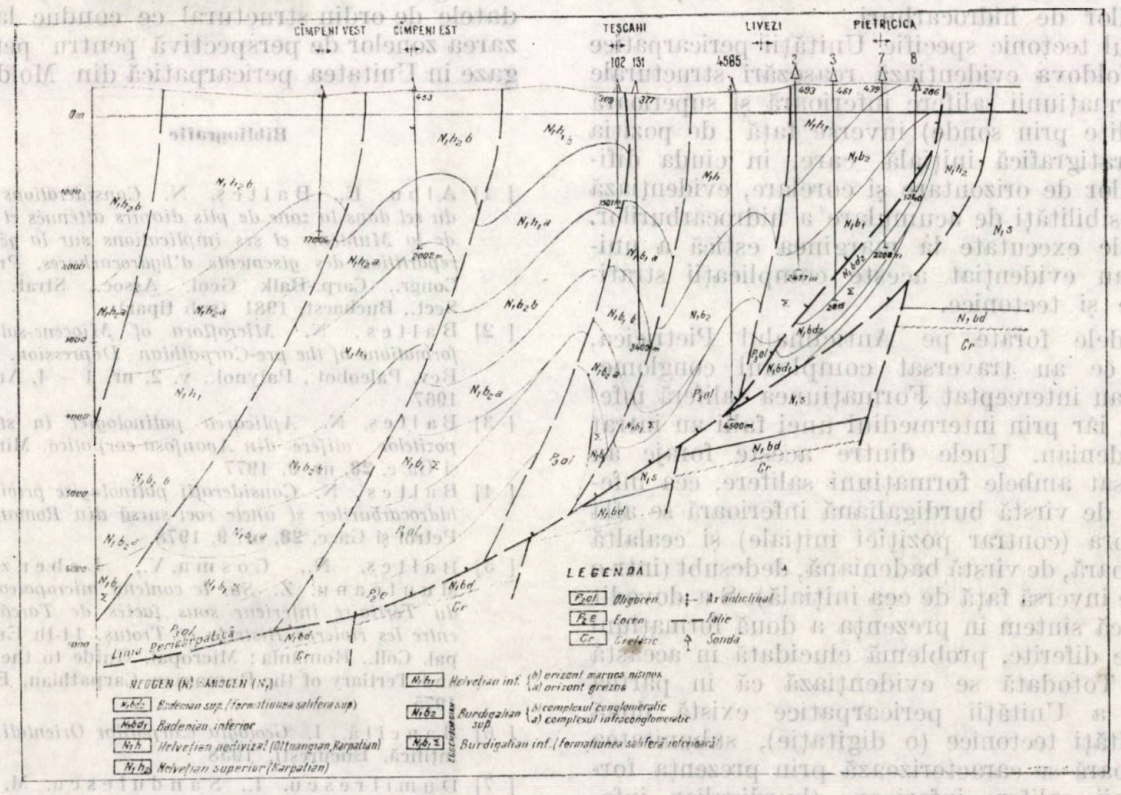


Fig. 3. Secţiune geologică schemtică în Unitatea pericarpatică din Moldova

desc că amploarea șariajului unității pericarpatice peste platformă depășește 30 km.

Unitatea pericarpatică este caracterizată de o tectonică complicată, rezultat al unor mișcări orogenice active dezvoltate în întreaga unitate.

Particularitatea tectonică a unităților pericarpatice o constituie prezența cutelor-solzi, în care stratele au înclinări mari și sînt deversate spre est.

Cutele-solzi se dezvoltă cu precădere în apropierea flișului sau a vorlandului, unde cutarea pare să fi fost mai intensă. În cuprinsul unității apar și structuri anticlinale și sinclinale normale, ca de exemplu Cîmpeni și Tescani.

Stilul tectonic al Unității pericarpatice este complicat și prin participarea la cutare a Formațiunii salifere, care a avut rol de lubrifiant, facilitînd șariajele, iar datorită plasticității sale s-a insinuat pe linii de dislocație ca diapire.

Dislocația Cașin — Bisoca reprezintă un accident profund de-a lungul căruia apare diapiră Formațiunea saliferă superioară, de vîrstă badeniană.

Pe baza datelor furnizate de cartările geologice, prospecțiuni seismice și, în special, foraje, s-au construit secțiuni geologice transversale (fig. 3) pe care se evidențiază o serie de cute-solzi ce se continuă pe direcția aproximativ nord-sud, pe distanțe considerabile, formînd aliniamente structurale.

Fiecare din aceste aliniamente prezintă un aranjament structural favorabil existenței acumulărilor de hidrocarburi.

Stilul tectonic specific Unității pericarpatice din Moldova evidențiază reașezări structurale ale formațiunii salifere inferioară și superioară (dovedite prin sonde) inverse față de poziția lor stratigrafică inițială care, în ciuda dificultăților de orizontare și corelare, evidențiază noi posibilități de acumulare a hidrocarburilor. Forajele executate la marginea estică a unității au evidențiat aceste complicații stratigrafice și tectonice.

Sondele forate pe Anticlinalul Pietricica, după ce au traversat complexul conglomeratic, au interceptat Formațiunea saliferă inferioară, iar prin intermediul unei falii au intrat în badenian. Unele dintre aceste foraje au traversat ambele formațiuni salifere, cea inferioară de vîrstă burdigaliană inferioară se află deasupra (contrar poziției inițiale) și cealaltă superioară, de vîrstă badeniană, dedesubt (într-o poziție inversă față de cea inițială). S-a dovedit astfel că sîntem în prezența a două formațiuni salifere diferite, problemă elucidată în această notă. Totodată se evidențiază că în partea estică a Unității pericarpatice există două subunități tectonice (o digitație), subunitatea superioară se caracterizează prin prezența formațiunii salifere inferioare (burdigalian inferior), iar subunitatea inferioară — prin prezența Formațiunii salifere superioare (badenian superior). Această situație structurală deschide noi perspective petrolifere, existînd posibilitatea ca ambele subunități să conțină acumulări de hidrocarburi (fig. 3).

Oligocenul subjacent miocenului inferior pericarpatic, deși nu face obiectul acestei note, a fost luat în considerare întrucît constituie principalul obiectiv de cercetare prin foraje.

Într-o lucrare anterioară (Constanța Stănculescu, 1980) s-a arătat că este de așteptat ca oligocenul, care apare la suprafață în zona axială a structurii Pietricica, să se dezvolte normal și continuu și pe celelalte structuri de la vest. Această idee a fost combătută, argumentîndu-se că oligocenul de la suprafață reprezintă o lamă desprinsă din fundament și adusă în fața Unității pericarpatice (lamă de rabotaj).

Recent, sonda 4 585, săpată cu acest obiectiv, a întîlnit oligocenul pericarpatic la circa 3 000 m, extinzînd astfel aria perspectivelor de hidrocarburi ale Unității pericarpatice din Moldova în zona estică, unde oligocenul nu a fost cercetat, considerîndu-se că lipsește.

Investigarea oligocenului se face, desigur, concomitent cu a miocenului inferior, care întrunește , de asemenea, condiții favorabile acumulărilor de hidrocarburi.

În concluzie, prin lucrarea de față am căutat să aducem contribuții stratigrafice și tectonice importante, atît prin localizarea unităților litostratigrafice ale miocenului inferior, cît și prin datele de ordin structural ce conduc la precizarea zonelor de perspectivă pentru petrol și gaze în Unitatea pericarpatică din Moldova.

Bibliografie

[1] Albu, E., Balteș, N. *Considérations sur l'âge du sel dans la zone de plis diapirs atténués et incipiente de la Munténie et ses implications sur la génèse et la repartition des gisements d'hydrocarbures.* Proc. 12-th Congr., Carp.-Balk Geol. Assoc., Strat. Paleont. Sect., Buchaest, 1981 (sub tipar).

[2] Baltes, N. *Microflora of Miocene-salt bearing formations of the pre-Carpathian Depression.* Romania. Rev. Paleobot., Palynol., v. 2, nr. 1 — 4, Amsterdam, 1967

[3] Balteș, N. *Aplicarea palinologiei în studiul depozitelor salifere din Avanfosa carpatică.* Mine, Petrol și Gaze, **28**, nr. 9, 1977

[4] Baltes, N. *Considerații palinologice privind geneza hidrocarburilor și unele roci-sursă din Romania.* Mine, Petrol și Gaze, **28**, nr. 9, 1978

[5] Balteș, N., Cosma, V., Lebenzon, C., Munteanu, Z. *Sur le contenu micropaleontologique du Tértiaire inférieur sous faciès de Tarcău-Fusaru, entre les rivières Bistrița et Trotuș.* 14-th Eur. Micropal. Coll., România; Micropal. Guide to the Mesozoic and Tertiary of the Romanian Carpathian, Bucharest, 1975

[6] Bancilă, I. *Geologia Carpaților Orientali.* Ed. științifică, București, 1958

[7] Dumitrescu, I., Sandulescu, M. *Tectonic of the Carpathian-Balkan Regions.* The Carpathian Foredeep. Geol. Inst., Bratislava, 1974

[8] Dicea, O., Dicea, M. *Stratigraphie correlations on nannoplankton basis in the External Flysch of the East Carpathians.* D.S. Inst. geol. geofiz., LXV/4, 1977–1978, 1980

[9] Iorgulescu, T., Niculescu, I., Penes, V. *Vîrsta unor masive de sare din R.P.R.*. Ed. Acad. R.P.R., 1962

[10] Jipa, D. *Mollasee and marginal facies — A discussion. Proc.* 12-th Congr., Carp.-Balk. Geol. Assoc., Sed. Miner. Res. Sed. Form. Sect., Bucharest, 1981 (sub tipar).

[11] Lebenzon, C. *Nannoplanctonul calcaros al depozitelor oligocene și miocene-inferioare din cursul superior al văii Tarcăului (Valea Tărcuța și Valea Răchitiș).* D.S. Inst. Geol., LIX/4, 1973

[12] Mirăuță, O. *Stratigraphie et structure du Miocène Subcarpatique de la région de Moinești-Tazlău.* D.S. Com. Stat. Geol. XXXIV/3, 1966 — 1967, 1969

[13] Motas, I., Marinescu, Fl., Popescu, Gh. *Essai sur la Néogène de la Roumanie.* An. Inst. geol. geofiz., I.-volum special, al 25-lea Congr. Intern. Geol. Sydney, București, 1976

[14] Negoiță, F., Baltes, N., Leu, M. *Contribuții biostratigrafice la nivelul limitelor Eocen/Oligocen și Oligocen/Miocen în estul Depresiunii Getice.* Mine, Petrol și Gaze, **27**, nr. 3, 1976

[15] Patruti, I., Paraschiv, D., Dicea, O. *Considerații asupra modului de formare a structurilor diapire din România.* Petrol și Gaze, **24**, nr. 9, 1973

[16] Popescu, Gr., Ciupagea, D., Georgescu, C., Baltes, N., Motas, C. *Privire de ansamblu asupra geologiei formațiunilor salifere din România.* Petrol și Gaze, **24**, nr. 9, 1973

[17] Stanculescu, C. *Contributions to the knowledge of the Pericarpathian Miocene and Premiocene structure between the Bistrița Valley and the Trotuș Valley.* An. Univ. Buc., Geol., XXIX, Bucharest, 1980

[18] Stănculescu Constanța, Balteș, N. *Concepții actuale privind geologia molasei miocene inferioare din Moldova și implicațiilor lor în dezvoltarea explorării pentru hidrocarburi* (sub tipar).

RECENZII

D. Prodan și *C. Beca* **Geologia zăcămintelor de petrol și gaze și geologie de șantier** (pentru subingineri) Ed. didactică și pedagogică, 1983

Intensificarea cercetărilor geologice care urmăresc creșterea fondului de rezerve exploatabile ce stau la baza economiei țării a fost și formează un obiectiv principal. Paralel cu

cercetările pentru descoperirea și exploatarea de noi zăcăminte de petrol, gaze naturale și cărbuni se extind investigațiile pentru zăcămintele metalifere și nemetalifere, ceea ce impune formarea de specialiști în forajul sondelor și exploatarea zăcămintelor. În acest spirit prezentul manual complex de geologie tratează multiple probleme teoretice și practice menite să contribuie la formarea acestor specialiști. Manualul cuprinde următoarele capitole : 1-*minerale și roci*; 2-*geologie fizică*; 3-*elemente de paleontologie și geologie stratigrafică*; 4-*principalele unități geologice din România, cu privire asupra zăcămintelor de minerale utile altele decît zăcămintele de hidrocarburi*; 5-*geologia petrolului și a gazelor naturale*; 6-*structuri petrolifere și gazeifere din România*; 7-*geofizică de sondă*; 8-*probleme de geologie de șantier*. În acest manual complex unele probleme care trebuie cunoscute în legătură cu înțelegerea celor prezentate la geologia zăcămintelor de petrol și gaze și geologia de șantier (capitolele 5; 6 și 8) sînt tratate în capitolele 1; 2; 3 și 7.

În primul capitol *Minerale și roci* sînt tratate elemente care se referă la studiul mineralelor și rocilor, necesar a fi cunoscute în lucrările de foraj și exploatarea zăcămintelor, în cel de-al doilea capitol se ia cunoștință de procesele care au dus la formarea aranjamentelor structurale în care sînt cantonate zăcăminte de substanțe utile. În capitolul următor se arată importanța fosilelor în stabilirea vîrstei formațiunilor geologice și se prezintă probleme de geologie stratigrafică. Tot într-o formă succientă sînt prezentate principalele unități geologice din România, cu privire asupra zăcămintelor de minerale utile altele decît zăcămintele de hidrocarburi, pentru ca în capitolele 5 și 6 să se prezinte probleme de geologia petrolului și a gazelor naturale și a zăcămintelor de hidrocarburi din România. Importanța geofizicii de sondă este tratată în penultimul capitol, iar în capitolul 8 se prezintă probleme de geologie de șantier necesare a fi cunoscute la nivel de schelă și, în special, la nivel de brigadă.

Urmărind programa analitică autorii au elaborat un manual complex de geologie, reușind să prezinte, într-o formă sintetică și bine sistematizată, un mare volum de material documentar și problemele tratate să aibă continuitate în cadrul problematicii lucrării.

Autorii au ținut seama de spiritul funcțional aplicativ în care au prezentat noțiunile, dînd exemple de aplicare efectivă a acestora, unde a fost cazul.

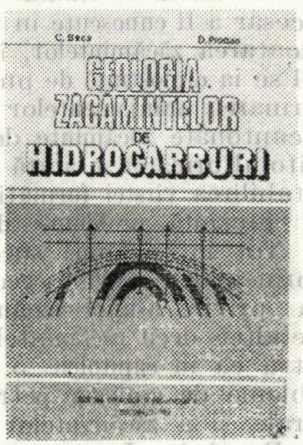
Textul este însoțit de tabele sintetizatoare și bogat ilustrat de figuri și planșe, care ajută foarte mult la înțelegerea problemelor tratate.

Manualul se adresează în primul rînd studenților de la secția subingineri de la Facultatea „Forajul sondelor și exploatarea zăcămintelor de petrol și gaze" Ploiești și poate fi folosit și de studenții de la secțiile de subingineri de la Institutul de Mine Petroșani și Institutul de învățămînt superior Baia Mare, precum și de subinginerii care lucrează în industria extractivă.

C. Beca și *D. Prodan* **Geologia zăcămintelor de hidrocarburi**
Editura didactică și pedagogică, 1983

Resursele naturale și, în special, cele de petrol și gaze, mult discutate și solicitate în această epocă, impun formarea de specialiști în forajul sondelor și exploatarea zăcămintelor de hidrocarburi care, stăpînind problemele teoretice și practice ale specialităților lor, să se poată încadra în scurt timp în problemele producției și să le rezolve.

În acest spirit, în spațiul editorial acordat, a fost elaborat și manualul **Geologia zăcămintelor de hidrocarburi** în trei părți și care acoperă programa analitică aprobată de Ministerul Educației și Învățămîntului și sintetizează o bogată experiență în predarea acestei discipline deosebit de importantă în pregătirea completă a viitorilor ingineri de forajul sondelor și exploatarea zăcămintelor de hidrocarburi.



În prima parte a manualului *Petrolul și gazele naturale* se acordă atenție formării zăcămintelor ca și legilor geologice ale acumulării petrolului și gazelor naturale, caracterelor bazinelor petrolifere și gazeifere cu exemple de bazine și clasificării zăcămintelor, tipurile de capcane fiind, de asemenea, mult discutate.

În cea de-a doua parte, *Urmărirea forajelor din punct de vedere geologic*, care are un caracter practic, sînt tratate probleme privind documentarea geologică în forajul sondelor cît și în studiul zăcămîntului, în totalitatea lui. Viitori specialiști, încă din facultate, cunosc metode de lucru în specialitățile lor, ceea ce le va da posibilitatea unei cît mai rapide încadrări în problemele ridicate de producție și rezolvarea acestora.

Ultima parte a manualului *Regiunile petrolifere și gazeifere din R.S.R.* tratează documentat, bine sistematizat, sintetizat și unitar prezentat, condițiile de formare și repartizare a zăcămintelor pe zone de acumulare în marile unități structurale din țara noastră, ceea ce dă posibilitatea viitorilor specialiști să înțeleagă și să rețină mai ușor problemele care se pun în studiul oricărei suprafețe în subsolul cărora probabil sau posibil sînt zăcăminte de hidrocarburi. Autorii scot în evidență și în această parte a manualului importanța factorilor geologici în dificultățile pe care le provoacă în forajul sondelor și în extracție și măsurile de combatere a acestora. De asemenea, pentru fiecare unitate structurală se prezintă perspectivele, din prima etapă, privind posibilitatea descoperirii de noi zăcăminte.

În manual, pe lîngă probleme pur geologice, sînt tratate și probleme în strînsă legătură cu diferite lucrări de inginerie, în variate condiții geologice, ceea ce stimulează gîndirea științifică și tehnică a viitorilor specialiști în forajul sondelor și exploatarea zăcămintelor de hidrocarburi ca și viitorilor geologi de petrol; totodată manualul oferă și posibilități de alegere a unor teme de cercetare în specialitățile lor. Autorii manualului prezintă în lucrare, unde a fost cazul, și rezultatele studiilor lor, fie că acestea au un caracter teoretic fundamental sau practic-aplicativ.

Stilul în care este prezentată lucrarea este la nivelul cerințelor actuale și autorii au reușit să elaboreze un manual bine sistematizat, cu tabele sintetizatoare și bogat ilustrat cu figuri, care asigură înțelegerea problemelor tratate.

Manualul se adresează, în primul rînd, studenților din anul IV de la Facultatea „Forajul sondelor și exploatarea zăcămintelor de petrol și gaze" Ploiești, precum și studenților de la facultățile de geologie de la universitățile din București, Iași și Cluj-Napoca ca și tuturor acelora care lucrează în industria de petrol și gaze, în specialitățile forajul sondelor și exploatarea zăcămintelor de hidrocarburi.

A. Magyari **Utilaje de preparare a substanţelor minerale utile.** Ed. tehnică, Bucureşti, 1983, 596 pag., 570 fig., 74 tab., 118 ref. bibliografice, format 16×24 cm.

Importanţa deosebită ce se acordă în documentele Congresului al XII-lea şi ale Conferinţei Naţionale ale partidului valorificării resurselor proprii de energie şi materii prime, necesităţii creşterii cantităţilor de substanţe minerale utile extrase, paralel cu tendinţa accentuată de a extrage

şi prelucra rezerve de substanţe minerale utile solide cu conţinuturi tot mai scăzute, pune în faţa uzinelor şi laboratoarelor din domeniul preparării şi metalurgiei sarcini tot mai complexe privind construcţia şi exploatarea eficientă a instalaţiilor şi perfecţionarea continuă a tehnologiilor de preparare.

Realizarea acestor sarcini presupune, între altele, cunoaşterea temeinică a construcţiei şi funcţionării utilajelor şi instalaţiilor, în vederea asigurării exploatării lor raţionale şi eficiente; crearea unor noi utilaje de preparare, cu capacităţi sporite de prelucrare, bazate chiar pe principii noi, perfecţionarea construcţiei utilajelor existente.

Aşadar, lucrarea profesorului dr. ing. Andrei Magyari este foarte oportună şi a fost elaborată din dorinţa de a veni în sprijinul specialiştilor din domeniul preparării şi a le pune la dispoziţie un bogat şi valoros material sub aspect tehnico-ştiinţific, care să cuprindă cele mai actuale probleme privind proiectarea, construcţia, alegerea şi exploatarea utilajelor de preparare.

Apariţia lucrării este cu atît mai bine-venită cu cît se simţea acut nevoia unei lucrări cuprinzătoare şi de înaltă ţinută ştiinţifică consacrate utilajelor de preparare.

Mai mult chiar, putem spune că apariţia a fost previzibilă şi aşteptată avînd în vedere lucrarea autorului **Utilaje de preparare a substanţelor minerale utile**, editată în 1972 (pentru uzul studenţilor Facultăţii de maşini şi instalaţii miniere), precum şi alte valoroase lucrări de specialitate.

Lucrarea profesorului este un adevărat tratat de specialitate, competitiv cu cele mai valoroase lucrări din domeniu editate în străinătate, ea valorificînd bogata şi îndelungata activitate şi experienţă didactică, ştiinţifică şi productivă a autorului. Lucrarea sintetizează un voluminos dar selectat material documentar constituit din lucrări ale unor reputaţi specialişti din ţară şi străinătate.

Conţinutul lucrării este susţinut de o parte analitică elevată şi de un bogat şi sugestiv material grafic.

Lucrarea este structurată în 29 capitole.

Cap. 1. *Problemele tehnicii sfărîmării* prezintă rolul important al sfărîmării în procesul preparării, precum şi aspectele energetice ale sfărîmării, în conformitate cu cele mai recunoscute ipoteze şi legi.

Cap. 2, 3, 4, 5 sînt consacrate tratării diferitelor *tipuri de concasoare*, respectiv: cu fălci, conice, cu valţuri, cu ciocane şi cu impact.

Pentru fiecare categorie de concasoare se prezintă construcţia, calculul parametrilor, indicaţiile de proiectare. De asemenea, se prezintă tipuri noi, reprezentative de concasoare şi caracteristicile lor.

Cap. 6. *Utilaj divers de sfărîmare-măcinare* cuprinde tamburi de sfărîmare, aparate cu impact, mori cu valţuri, vibrante cu jet şi de tip Barker şi dispozitive speciale de sfărîmare.

Cap. 7, 8 şi 9 tratează *mori cu bile, cu bare şi respectiv autogene* şi cuprind, în esenţă, pentru fiecare categorie de mori construcţia, parametrii de funcţionare, determinarea puterii de acţionare şi unele consideraţii economice.

Cap. 10. *Grătare* tratează construcţia grătarelor fixe şi mobile.

Cap. 11. *Ciururi* prezintă construcţia, calculul şi alegerea şi exploatarea ciururilor.

Cap. 12, 13 şi 14 tratează *clasoare hidraulice, gravitaţionale, hidraulice centrifuge şi respectiv pneumatice*, sub aspectele: construcţie, calculul parametrilor principali şi exploatarea.

Cap. 15. *Separatoare cu medii dense* tratează, pentru separatoarele gravitaţionale şi centrifuge, aspectele constructive, determinarea parametrilor principali.

Cap. 16. *Maşini de zeţaj* tratează cuprinzător maşinile de zeţaj hidraulice cu ciur mobil şi ciur fix şi, de asemenea, mai succint maşinile de zeţaj pneumatice. Problemele principale tratate privesc construcţia şi determinarea parametrilor constructivi şi funcţionali.

Cap. 17. *Mese de concentrare* prezintă construcţia şi parametrii principali pentru mesele hidraulice şi cele pneumatice.,

Cap. 18. *Jgheaburi de concentrare* are în cuprins sluisuri, jgheaburi scurte, separatoare elicoidale şi jgheaburi Rheo pentru care se prezintă construcţia şi unele caracteristic tehnice.

Cap. 19. *Separatoare magnetice şi magnetohidrodinamice* prezintă construcţia şi calculul separatoarelor magnetice şi construcţia separatoarelor magnetohidrodinamice.

Cap. 20. *Separatoare electrice*, după prezentarea unor consideraţii teoretice, prezintă construcţia separatoarelor şi clasoarelor electrice.

Cap. 21. *Maşini de flotaţie* — tratează maşini cu agitare mecanică, pneumomecanică şi pneumatică, şi diverse aparate de flotaţie, inclusiv utilaje auxiliare (agitatoare şi dozatoare). Pentru maşinile de flotaţie se face şi determinarea principalilor parametri funcţionali.

Cap. 22. *Utilaj divers de concentrare* prezintă construcţia utilajelor pentru alegerea manuală, de spălare, precum şi separatoarele (fotometrice, luminiscente, radiometrice şi prin frecare).

Cap. 23. *Ciururi şi centrifuge de desecare.*

Cap. 24. *Îngroşătoare.* Pentru îngroşătoarele conice şi cilindrice se prezintă construcţia şi determinarea parametrilor constructivi şi funcţionali.

Cap. 25. *Filtre* — cuprinde filtrele cu vacuum, cu tambur, cu discuri, plane şi presă, sub aspect constructiv, precum şi productivitatea filtrelor cu tambur şi discuri.

Cap. 26. *Uscătoare* este destinat tratării uscătoarelor cu convecţie, prin contact, cu autoclavă şi cu măcinarea materialului.

Cap. 27. *Prese de brichetare* prezintă presele funie, cilindrice şi inelare.

Cap. 28. *Utilaje de aglomerare şi de prăjire a minereurilor* tratează construcţia utilajelor de peletizare, de aglomerare termică şi de prăjire.

Cap. 29. *Dispozitive de luat şi pregătit probe.*

Evident că reperele date privind conţinutul nu au putut reliefa întreaga, complexa şi dificila problematică dezvoltată de autor, dar considerăm că ele au fost în măsură să puncteze esenţa lucrării.

Deşi conţinutul lucrării, ca dealtfel şi procesul preparării, este foarte complex şi diversificat, modul de abordare şi tratare este unitar şi logic.

Lucrarea prof. dr. ing. Andrei Magyari, o reuşită editorială, se adresează specialiştilor din domeniul preparării, fie că lucrează în uzine, fie în institute de cercetări, precum şi studenţilor care studiază utilajele şi procesele de preparare a substanţelor minerale utile.

Prof. dr. ing. **N. Iliaş**

M. Bleahu **Tectonica globală** Editura ştiinţifică şi enciclopedică. Bucureşti, 1983, 624 pag., 746 fig.

Literatura geologică de specialitate a fost îmbogăţită de curînd cu o lucrare de excepţie, prin care se pune la dispoziţia celor interesaţi un vest material de sinteză, privind evoluţia gîndirii despre geneza şi starea actuală a scoarţei terestre, pînă la apariţia conceptului de tectonică globală, precum şi datele de cunoaştere şi interpretare a fenomenelor geologice privite prin prisma acestei teorii şi rezultatele obţinute pînă în prezent.

Autorul lucrării este un pasionat de munţi, care a căutat continuu să le descopere tainele ca alpinist, geolog prospector, speolog şi prin cercetări fundamentale ale scoarţei terestre. În cariera sa a publicat numeroase lucrări ştiinţifice valoroase şi de popularizare.

Chiar de la apariţia termenului de „tectonică globală", care se referă la un mod nou de abordare a problemelor geologice, utilizînd pentru rezolvarea acestora toate informaţiile pe care le oferă geoştiinţele şi metodele intradisciplinare, autorul devine un adept înflăcărat al acestei teorii, pe care o consideră ca „doctrină" şi o popularizează, atît printre specialişti, cît şi printre cei care au dorinţă de a cunoaşte planeta pe care trăim.

Întotdeauna teoriile noi au întîmpinat opoziţii conservatoare ; aşa se întîmplă şi cu teoria tectonicii globale. Autorul dedică lucrarea „tuturor celor care nu cred în tectonica globală", deschizînd o arenă polemică, pentru cei care o contestă.

Printr-o scurtă expunere a cuprinsului cărţii, încercăm să oferim o imagine a ideilor care sînt susţinute în această lucrare.

Capitolul 1. *Istoria unei revoluţii ştiinţifice.* Pornind de la cele mai vechi observaţii şi teorii privind scoarţa terestră şi oceanul planetar, sînt expuse ideile care au străbătut gîndirea umană, de-a lungul timpurilor, asupra genezei şi evoluţiei scoarţei terestre, cu argumentele cu care au fost susţinute, arătîndu-se, în mod critic, elementele valoroase şi erorile.

Un subcapitol este dedicat *paleomagmatismului,* în care se demonstrează importanţa descoperirii de către chinezi, la începutul mileniului al doilea al erei noastre, a proprietăţilor magnetice naturale şi argumentele pe care le oferă studiul magnetismului rocilor, în contextul cercetărilor derivei continentelor şi interpretarea acestor date.

Urmează o expunere a teoriei plăcilor, pe baza modului de abordare a problemei de către diverşi autori, cu precizarea termenelor de placă şi tectonica plăcilor.

În subcapitolul — *Tectonica globală* — este prezentat un amplu istoric al concepţiilor elaborate cu privire la fenomenele geologice cele mai importante ca procesele : magmatice, sedimentare, din zonele de expansiune, din zonele de subducţie, mişcarea plăcilor la scara globală şi cauzele deplasării lor.

Referindu-se la implicaţiile economice, se afirmă că această „doctrină" a devenit într-adevăr globală, în momentul cînd a putut răspunde şi la gravele întrebări pe care lumea contemporană şi-le pune referitor la rezervele de substanţe minerale utile ale Pămîntului. Teoriile tectonicii globale aduc în domeniul zăcămintelor metalifere noi puncte de vedere, care au inspirat proiecte de cercetare, ce au condus la descoperirea unor zăcăminte importante, ca de exemplu lîngă Bongainville (Noua Guinee) şi, în general, la reconsiderarea ofiolitelor ca purtătoare de zăcăminte. Legarea tipului de porphyry-copper de zonele de subducţie continentală a lărgit zona de explorări în America de Sud, iar conceptul de „punct cald" a condus la intensificarea prospecţiunilor în zonele continentale.

În încheierea capitolului, se prezintă un tabel cronologic al geoevoluţiei ştiinţifice, din care reies următoarele fapte, mai importante :

- în anul 1881 sînt surprinse de cercetători primele elemente care vor conduce, în final, elaborarea teoriei ;
- în anul 1968 apare termenul de tectonică globală ;
- în anul 1980, la Congresul internaţional de geologie de la Paris, argumentele tectonicii globale sînt pe deplin acceptate, fiind puse la baza geologiei moderne.

Capitolul 2. *Structura globului.* După cum se ştie, structura globului terestru, din centrul său şi pînă în zonele superficiale, care se pot studia prin observaţie directă, s-a făcut cunoscută pe baza unor parametri fizici, în mod indirect prin metode geofizice. Sînt prezentate : aportul seismologiei la cunoaşterea structurii globului ; structura şi compoziţia crustei şi a mantalei superioare ; elemente de dinamica litosferei la scară globală.

Capitolul 3. *Teoria plăcilor litosferice* este prezentată ca reunind aproape toate domeniile de cunoaştere a globului. În toate interpretările privind descrierea cinematicii actuale sau din trecut a Terrei se porneşte de la margine de plăci. În comentariul acestor fenomene se expune problema marginilor de plăci din punct de vedere geometric, mişcările finite şi măsurarea acestora şi în încheiere sistemul actual de plăci şi cinematica sa.

Capitolul 4. *Procesele legate de zonele de expansiune.* Prin zone de expansiune se definesc marginile de plăci unde au loc procesele de formare a litosferei oceanice. Pentru aprofundarea acestor fenomene sînt expuse : geografia dorsalelor oceanice ; anomaliile de gravitate ; activitatea seismică ; procesele magmatice şi acreţiunea plăcilor ; matamorfismul în zonele de expansiune ; expansiunea şi sedimentarea ; cinematica procesului de expansiune ; dinamica procesului de expansiune.

Capitolul 5. *Procesele legate de zonele de subducţie.* Zonele de subducţie, în opoziţie cu zonele de expansiune în care se creează plăci, prin aportul de material din interiorul globului, sînt zone în care are loc distrugerea crustei oceanice. Zonele actuale de subducţie sînt evidenţiate prin metode morfologice şi geofizice. Morfologic acestea se caracterizează prin prezenţa foselor, iar geofizic, prin anomalii termice şi gravimetrice, aici fiind sediul seismelor de adîncime medie şi mare.

Sînt descrise : geografia şi morfologia zonelor de subducţie ; regimul termic ; cîmpul gravific ; activitatea seismică ; anomaliile magnetice ; sedimentarea şi metamorfismul în zonele de subducţie ; cinematica şi dinamica procesului de subducţie.

Cele 746 de desene lămuresc, pe deplin, ideile expuse în text.

O bibliografie vastă încheie această carte, care, după enunţul autorului, este pusă la dispoziţia cititorului ca un instrument de lucru cît mai util. Titlurile sînt grupate pe subiecte, care urmăresc, în linii mari, capitolele cărţii.

Stilul în care este scrisă această lucrare, o face uşor de lecturat, pasionează şi menţine interesul cititorului de la prima pînă la ultima pagină. Se adresează deopotrivă geologilor, geofizicienilor, geochimiştilor, studenţilor în aceste domenii, cît şi celor care au noţiuni elementare de geologie şi vor să cunoască fenomenele care au condus la formarea scoarţei terestre.

Geol. **M. Olteneanu**

INDEX

Editoriale

*** *Cinstire muncii rodnice*, nr. 4, p. 149
*** *Consfătuirea de lucru cu cadre de conducere, specialiști și muncitori din industria minieră și geologie*, nr. 2, p. 50
*** *Consfătuire de lucru la C.C. al P.C.R. cu cadre de conducere și oameni ai muncii din industria petrolului*, nr. 3. p. 102
Duma, I., Simijdean, I. *Criterii de fundamentare a prognozelor științifice în industria minieră*, nr. 4, p. 153
Fodor, D., Suciu, A., Gagy, T. *Cîteva aspecte ale procesului de formare a inginerului minier în contextul evoluției mineritului românesc și a exigențelor formulate de partidul nostru, de secretarul său general, tovarășul Nicolae Ceaușescu, privind asigurarea unei noi calități a forței de muncă*, nr. 2, p. 51
*** *Ziua minerului*, nr. 8, p. 369
*** *Ziua petrolistului*, nr. 10, p. 465

Geologie, prospecțiuni, explorări

Almășan, B. ș. a. *Aspecte privind mineralizația de fier din zona Dîlma Mare Retezat (Valea Jiului de Vest)*, nr. 4, p. 182
Balteș, N. *Cercetări complexe de laborator privind condițiile de formare a zăcămintelor de hidrocarburi neogene de la contactul Depresiunii Getice cu Platforma Moesică*, nr. 9, p. 451
Balteș, N. *Cercetări complexe de laborator privind condițiile de formare a zăcămintelor de hidrocarburi neogene (II)*, nr. 10, p. 508
Balteș, N. *Roci-sursă de hidrocarburi în Depresiunea Bîrladului* (sectorul *Conțești*), nr. 11, p. 555
Beca. C., Lazarovici Viorica, Prodan, D. *Zăcămintele de tiței și zeoliții*, nr. 3, p. 135
Catilina, R., Crăciun, R., Constantiniuc, E., Nicorici, M. *Cercetări hidrogeologice „in situ" cu trasori radioactivi la zăcămîntul de cărbune Borod-Borozel*, nr. 1, p. 9
Catilina, R., Burtic, Th., Domocoș, V. *Unele aspecte geologice, hidrogeologice și miniere privind amplasarea și construcția unui depozit de deșeuri radioactive*, nr. 4, p. 165
Catilina, R., Crăciun, St., Paseu, M. *Folosirea trasorilor radioactivi în cercetările hidrogeologice din zona zăcămintelor de minereuri Crucea — Leșul Ursului*, nr. 5, p. 218
Catilina, R., Păunică, I., Hlatcu, G. *Trasori nucleari în lucrări de asecare. Experimentări „in situ" la un zăcămînt de cărbune*, nr. 6, p. 277
Enache, C., Tivig, N. *Tehnologie de traversare a nisipurilor acvifere cu instalație de filtre aciculare vacuumate adaptată lucrului în subteran*, nr. 2, p. 82
Gașpar, E., Orășeanu, I., Pop, I., Orășeanu, N. *Cercetări cu trasori pentru precizarea condițiilor hidrogeologice la exploatările de bauxită din Munții Pădurea Craiului*, nr. 3, p. 109.
Le Ngoc Quang *Trasarea automată a hărților structurale*, nr. 7, p. 359
Mateescu, M., Teodorescu, S., Fotă, D., Cristescu, N. *Proprietățile reologice ale unui rambleu consolidat*, nr. 1, p. 20
Parasehiv, D., Demetrescu, Cr., Soroiu, M. *Noi date geocronologice privind fundamentul metamorfic și unele corpuri magmatice din Platforma Moesică*, nr. 2, p. 94
Parasehiv, D. *Efecte structogenetice de ordin secundar în preajma orașului București și implicațiile lor în activitatea de prospecțiune și explorare pentru hidrocarburi*, nr. 6, p. 310
Parasehiv, D., Popescu, M. *Forajul de la Căscioarele și cîteva aspecte ale evoluției Platformei Moesice*, nr. 8, p. 410
Pavelescu, L., Cosma R., Arambașa, C., Niculescu, V. *Contribuții la studiul geologiei și perspectivei mineralizațiilor de fier din partea sud-estică a masivului Poiana Ruscă*, nr. 5, p. 215
Pavelescu, L., Pavelescu Maria *Studiul mineralogic și petrografic al rocilor amfibolitice și eclogitice din partea de sud a Munților Sebeș și al acumulărilor de fier legate de acestea*, nr. 6, p. 285
Pop, Gh., Catilina, R., Buzilă, Al., Popescu, Gh., Cioloboc, D. *Datarea geocronologică Rb/Sr a granitoidelor de Pricopan și Greci (Dobrogea de Nord) și analiza relațiilor structurale în care se găsesc aceste masive*, nr. 11, p. 532
Seclăman M., Vinogradov, C. *Indicii ale metamorfismului de joasă temperatură în depozitele paleozoice din nord-vestul Platformei Moesice*, nr. 1, p. 30.
Tudor Mira, Orbocea Marioara *Studiul litо și biostratigrafic al depozitelor miocene din zona văilor Olt-Olănești*, nr. 6, p. 290

Fizica zăcămintelor de petrol și gaze

Avram, L. *Studiul echilibrului presiunilor la sondele cu diametre mari*, nr. 10, p. 502
Cuculat, M., Popp, V., Ciovîrnache, V., Maer, A. *Reacția Claus în faza lichidă — o aplicare în industria petrolieră*, nr. 3, p. 147
Gheorghițoiu, M., Dincă Ana *Probleme care impun luarea unor măsuri eficiente de prevenire a blocării stratului productiv la deschiderea lui prin foraj și la operațiile de punere în producție pe structura X din Bazinul Panonian*, nr. 5, p. 257
Grigore, V. *Aspecte noi privind construirea unei curbe de variație a presiunii în lungul coloanei de țevi de extracție la sondele eruptive*, nr. 6, p. 302
Lupu, N., Calcatinge, V. *Propuneri pentru o normă privind metodologia determinării combustibilității gazelor*, nr. 9, p. 448
Oltean, F. E., Hențe L. M., Petre, M. Dumitrescu, F. *Ecuații de stare în ingineria zăcămintelor de gaze* (I), nr. 3, p. 149
Oltean, F. E., Hențe, L. M., Petre, M. Dumitrescu, F. *Ecuații de stare în ingineria zăcămintelor de gaze* (II), nr. 4, p. 205
Oltean, F. E., Hențe, L. M., Petre, M., Dumitrescu, F. *Ecuații de stare în ingineria zăcămintelor de gaze* (III), nr. 6, p. 308
Pârcălăbescu, I. D. *Asupra depunerii carbonatului de calciu pe tuburile pe care circulă ape geotermale și ape de injecție*, nr. 7, p. 345.
Popescu, F., Ana, I., Orosz, M., Botoareă, I. *Stabilizarea rocilor argiloase cu fluide de foraj pe bază de ioni de potasiu* (I), nr. 5, p. 247
Popescu, F., Ana, I., Orosz, M., Botoacă, I. *Stabilizarea rocilor argiloase cu fluide de foraj pe bază de ioni de potasiu* (II), nr. 7, p. 339.
Trulică, V., Holdiș, G. *Evacuarea lichidelor acumulate în sondele de gaze naturale*, nr. 5, p. 250

Forajul sondelor

Avram, L. *Cîteva aspecte privind hidraulica sapei în condiții de șantier*, nr. 2, p. 89
Calotă, N. *Cercetarea mișcării de rigid a sistemului IS—MT—S în timpul proceselor de manevră*, nr. 1, p. 35
Calotă, N. *Cercetarea mișcării elastodinamice a sistemului IS—MT—S în timpul proceselor de manevră* (I), nr. 3, p. 139
Calotă, N. *Cercetarea mișcării elastodinamice a sistemului IS—MT—S în timpul proceselor de manevră* (II), nr. 4, p. 197
Calotă, N. *Cercetarea mișcării elastodinamice a sistemului IS—MT—S în timpul proceselor de manevră* (III), nr. 6, p. 294
Calotă, N. *Cercetarea experimentală a procesului de introducere a materialului tubular în sondă* (I), nr. 8, p. 390
Calotă, N. *Cercetarea experimentală a procesului de introducere a materialului tubular în sondă* (II), nr. 10, p. 490
Grigore, V., Ionel, A. *Cercetări privind îmbunătățirea eficienței separatoarelor de fund pentru gaze la sondele de petrol în pompaj de adîncime*, nr. 10, p. 493
Iordache, G. *Echilibrul presiunilor la operațiile de manevră în găuri de sondă cu diametre mari*, nr. 1, p. 33
Iordache, G. *Starea de tensiune din coloane cu diametre mari după cimentare*, nr. 2, p. 84
Iordache, G. *Posibilități de reducere a consumului de metal la tubarea coloanelor cu diametre mari*, nr. 5, p. 244
Iordache, G. *Vehicularea fluidelor la sondele pentru exploatarea clorurii de sodiu prin dizolvare*, nr. 9, p. 436
Iordache, G. *Diagrama presiune-volum la cimentarea coloanelor cu ajutorul niplurilor speciale*, nr. 11, p. 539
Petre, N. *Dimensionarea garniturilor de prăjini de pompare* (I), nr. 11, p. 546

Posea, N., Anghel, Al., Dărvăreanu, St. *Analiza comportării dinamice a unor conducte tehnologice din rafinării*, nr. 4, p. 190
Posea, N., Anghel, Al., Grigore, N., Neagu, Al. *Calculul static al sistemelor de conducte ținînd seama de influența cedărilor de reazeme*, nr. 8, p. 396
Stan, D. Al., Minescu, Fl. *Permeabilități mărite în jurul găurii de sondă*, nr. 11, p. 543

Exploatarea zăcămintelor de substanțe minerale utile

Almășan, B., Benea, St., Cosma, R. *Contribuții la studiul condițiilor geologice și miniere ale zăcămîntului Suior*, nr. 9, p. 424
Căruntu, I. *Săparea puțurilor de mină prin diferite tehnologii*, nr. 6, p. 272
Lețu, N., Semen, C., Bușe, Fl., Arsin, C. *Utilizarea calculatoarelor electronice în alegerea utilajelor și optimizarea parametrilor tehnologici la executarea lucrărilor miniere*, nr. 11, p. 522
Matacă, E., Mihăiță, Gh., Buică, V. *Gradul de dificultate al tehnologiei de abataj*, nr. 4, p. 155
Matacă, E., Mihăiță, Gh. *Dimensionarea susținerii mecanizate de abataj după criteriul stabilității*, nr. 7, p. 317
Muste, I. *Tehnologie de susținere a lucrărilor miniere cu ancore și plasă de sîrmă aplicată la Exploatarea minieră Aghireș*, nr. 10, p. 482
Nichitean, C. *Tehnologii îmbunătățite de extracție la Exploatarea minieră Deva*, nr. 10, p. 470
Pavel, Gh. *Studiul factorilor care influențează creșterea vitezei de săpare a lucrărilor miniere*, nr. 2, p. 69
Simion, G. *Unele considerații privind productivitatea muncii la unitățile de extracție a cărbunelui prin cariere*, nr. 9, p. 417
Zamfirescu, Fl., Scrădeanu, Dl. *Analiza condițiilor hidrogeologice care au contribuit la declanșarea alunecării în cariera Girla*, nr. 10, p. 477

Probleme de transport

Pavel, A., Săndulescu, D. *Răcirea probabilă a recipientului cisternelor de cale ferată pentru gaze petroliere lichefiate*, nr. 5, p. 239
Pavel, A. *Stabilirea picioarelor tubulare verticale ale rezervoarelor sferice în condiții de seism*, nr. 9, p. 440
Simescu, N. *Conducerea prin dispecerat, cu folosirea telemecanicii și a calculatoarelor electronice, a activității gaziere în fluxul extracție — transport — distribuție*, nr. 7, p. 354
Simescu, N. *Metode de calcul al fluxurilor de gaze și evaluare a stării hidraulice a conductelor de gaze*, nr. 8, p. 404

Aerajul minier

Zamfir, V. *Algoritm pentru proiectarea unui sistem de etanșare tip ecluză dintr-un puț minier de transport și aeraj*, nr. 3, p. 120

Prepararea substanțelor minerale utile

Brâncuș, A., Gabrian Lucia, Buciu, C., Cioltea, A. *Contribuții la valorificarea blendei active cu ioni de cupru din minereuri complexe*, nr. 2, p.78
Brâncuș, A., Gabrian, L., Buciu, C. *Unele căi pentru creșterea recuperării aurului și argintului la flotația minereurilor complexe sărace în metale prețioase*, nr. 11, p. 529
Constantinescu, I., Sârbu, R. *Dinamica mișcării granulelor minerale în separatoarele electrice pe traiectorii curbilinii*, nr. 2, p. 75
Constantinescu, I., Sârbu, R. *Studiul mișcării granulelor de substanțe minerale utile pe ciururi vibrante cu rezonanță aplicînd legea fundamentală a dinamicii mișcării relative a punctului material*, nr. 5, p. 230
Dobrescu, L., Vișan Sanda, Iordăchescu, Gr. *Recuperarea zincului din soluții acide*, nr. 7, p. 329
Micu, L., Ludmann, T., Pop, I., Păşcuţ, C. *Instalație pneumatică pentru reglarea automată a nivelului de tulbureală la celulele de flotație*, nr. 11, p. 531
Muste, I. *Contribuții la determinarea și mărirea debitului alimentatoarelor cu disc sau masă rotativă*, nr. 6, p. 282
Orăscu, I. *Contribuții la purificarea nisipurilor cuarțoase utilizate în industria sticlei*, nr. 4, p. 176
* * * *Orientarea cercetărilor tehnologice de preparare mecanică și chimică, în vederea realizării unor substanțe nemetalifere*, nr. 1, p. 5
Rențţ, St., Sarossy, Gh. *Valorificarea concentratelor molibdenitice prin tehnologii combinate*, nr. 8, p. 385
Săpașu Magdalena *Incercări de brichetare a manganului mărunt*, nr. 1, p. 17
* * * *Tehnologii și utilaje pentru valorificarea integrală a materiei prime miniere*, nr. 3, p. 104

Mecanizare și automatizare

Constantinescu, I., Iliaș, N., Bogdan, Al. *Stabilirea unor parametri constructivi ai susținerilor mecanizate cu ajutorul nomogramelor*, nr. 10, p. 474
Gâf-Deac, I., Blaj, Al. *Procedeu mecanizat de neutralizare a prafului de cărbune cu aparate pentru șistificarea lucrărilor miniere pe principiu depresiunii*, nr. 5, p. 228
Gâf-Deac, I. *Posibilități statistico-matematice de evaluare a deficiențelor în exploatarea complexelor mecanizate de abataj*, nr. 6, p. 266
Iliaș, N., Zamfir, V., Elczner, Gv., Andraș, I., Nițescu, N., Magyari, A. *Calculul de verificare a lanțurilor pentru combine de abataj la solicitarea de impact în condiții speciale*, nr. 2, p. 58
Matacă, E., Mironovici, R. *Echipament pentru mecanizarea tăierii și susținerii în galerii și abataje cameră*, nr. 12, p. 570
Scroban, Al., Nan, M. *Metode și mijloace de încercare a stîlpilor și cilindrilor hidraulici destinați echipării susținerilor mecanizate în abataj*, nr. 4, p. 162
Zamfir, V. *Dispozitiv manual pentru îndoit fevi la rece DITR*, nr. 7, p. 332

Probleme de tehnica securității muncii în industria minieră

Avramescu, Tr. *Provenirea și combaterea exploziilor de praf de cărbune*, nr. 7, p. 323
Bâltăreţu Florica, Matei, I. *Stabilirea capacității de aerisire a abatajelor frontale echipate cu complexe mecanizate la minele din Valea Jiului*, nr. 3, p. 130
Kecs, W., Zoican, V., Mitran, I., Ionescu, D. *Model matematic de prognoză preliminară a degajărilor de gaz metan*, nr. 9, p. 421
Matei, I., Bâltăreţu Florica *Procedee de aeraj pentru lichidarea acumulărilor de metan din lucrările miniere*, nr. 8, p. 387

Conducerea și organizarea activității în industria extractivă

Mitran, I. *Optimizarea multicriterială cu aplicații în industria minieră*, nr. 5, p. 235

Informații și știri din industria extractivă

* * * Recenzie, **Beca, C., Prodan, D.** *Geologia zăcămintelor de hidrocarburi*, nr. 12, p. 604
Benea, Șt. Știri, *Un instrument topografic de precizie „inteligent"*, nr. 10, p. 515.
Benea, St. Recenzie, **Lăzărescu, I.** *Protecția mediului înconjurător și industria minieră*, nr. 10, p. 516
Benea, St. *Informații TIB'83*, nr. 11, p. 562
Drighiciu, I. Recenzie, **Pană Ioana, Enache, C., Andreescu, I.** *Fauna de moluște a depozitelor de lignit din Oltenia*, nr. 1, p. 44.
* * * Informații, *Protecția muncii în exploatările miniere*, nr. 9, p. 459.
* * * Informații, *Festivalul Național Cîntarea României, ediția a III-a*, nr. 10, p. 514.
Olteneanu, M. Recenzie, **Bleahu, M.** *Tectonica globală*, nr. 12, p. 606
Popa A. Recenzie, **Fodor, D., Rotunjeanu, I., Gergescu, M., Voin, V., Boyte, A.** *Exploatări miniere la zi. Exemple de calcul*, nr. 9, p. 458.
* * * Recenzie, **Prodan, D., Beca, C.** *Geologia zăcămintelor de petrol și gaze și geologie de șantier*, nr. 12, p. 603
* * * Recentie, **Cristian, M., Socol, S., Constantinescu, Al.** *Creșterea productivității și receptivității sondelor*, nr. 5, p. 259
* * * Simpozion, *Noi tehnologii de extracție și valorificare a substanțelor minerale utile*, nr. 1, p. 42.
Tutsek, P. Recenzie, Ilie, **P.** *Reactivi de flotație*, nr. 1, p. 44
Vrânceanu Elena Informații, *Expoziția „Tehnica de replucrare a datelor și aparatură de măsură ROBOTRON în R.D.G.*, nr. 11, p. 563

MINISTERUL PETROLULUI

CENTRALA GAZULUI METAN - MEDIAŞ -

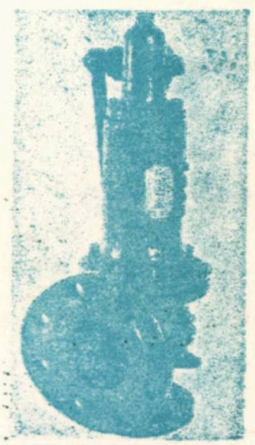
INTREPRINDEREA MECANICĂ GAZ METAN MEDIAŞ

PRODUCE:

- Aparatură pneumatică
- Aparate de măsură debite de gaze
- Arzătoare pentru gaze naturale
- Confecţii de utilaje tehnologice pentru ţiţei şi gaze, precum şi :

UTILAJE COMPLEXE PENTRU EXTRACTIA GAZELOR NATURALE

- Unitate de producţie, cu următoarele caracteristici principale :
  - presiunea statică, max. 250 bari;
  - presiunea de lucru, 64-40 bari;
  - debite de lucru, între 410.000 şi 910.000 Nm^3/zi;
  - debit maxim de lichid, 25 t/zi;
  - eficienţa separării, min. 99%;
  - presiunea de acţionare, între 6 şi 1,5 bari;
- Instalaţie de protecţie automată a sondelor de gaze tip IP, cu următoarele caracteristici principale :
  - presiunea statică, max. 210 bari;
  - presiunea de comandă:
    - pentru ventil colţar, 6 bari;
    - pentru presostat şi ventil cu 3 căi, 1,5 bari;
  - presiunea de blocare la depăşirea parametrilor maximi şi minimi, reglabilă prin presostat.
- Incălzitor indirect de gaze automatizat tip IG-2, cu următoarele caracteristici principale:
  - presiunea statică maximă în serpentina tehnologică, 250 bari;
  - presiunea maximă de lucru în serpentina tehnologică, 120 bari;
  - presiunea maximă de ieşire din serpentină după duză, 64 bari;
  - debit de gaz tehnologic, max. 600.000 Nm^3/zi;
  - capacitatea termică, 2 Gcal/h;
  - suprafaţa de încălzire în focar, 6,4 m^2;
  - consumul de gaz combustibil, 24 Nm^3/h;
  - presiunea de comandă şi acţionare, 1,5 şi 6 bari.

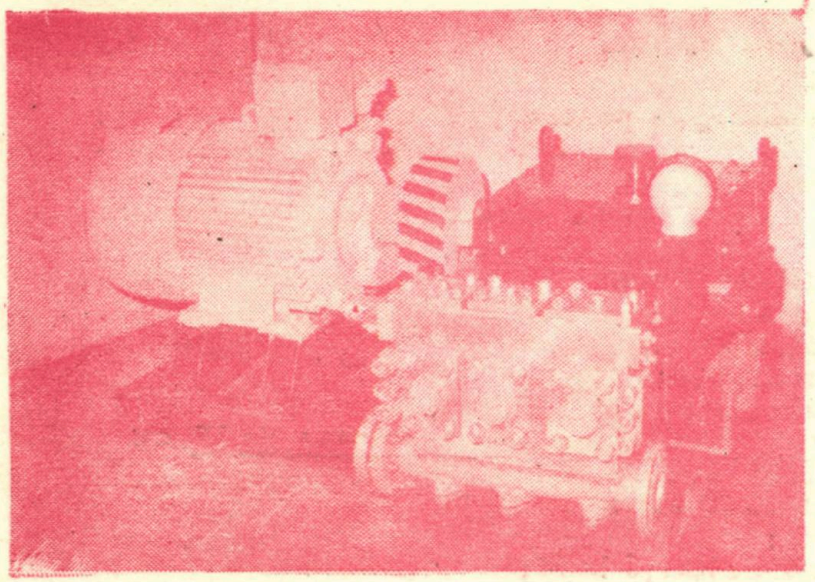


INTREPRINDEREA MECANICA
PENTRU GAZ METAN - MEDIAS
Str. Aurel Vlaicu nr. 35 A
Telefon : 15864

MINISTERUL PETROLULUI

ÎNTREPRINDEREA DE REPARAT MOTOARE GRELE ȘI INSTALAȚII PETROLIERE

I.R.M.G.I.P.



produce

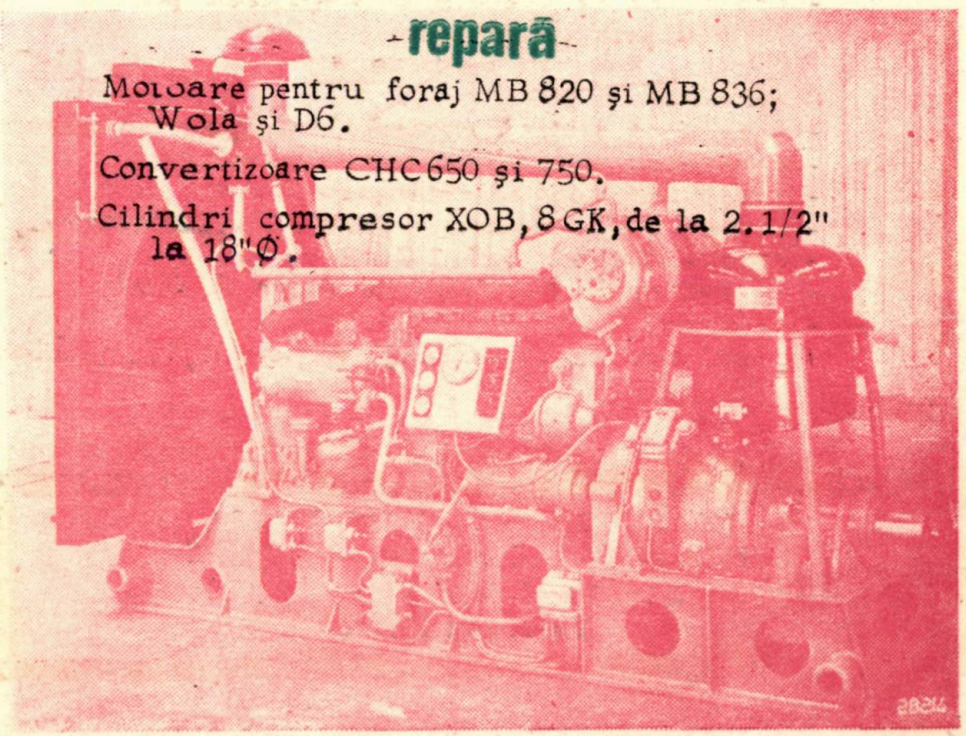
- Piese de schimb pentru motoare de foraj MB 820, MB 836, Wola, D6.
- Piese de schimb pentru compresoare XOB, XVG, 8 GK, 10 GK, 2 SG 50, TVR.
- Scule, dispozitive, aparate și utilaje pentru mecanizarea lucrărilor pe podul sondei și în parcurile de separatoare:
  - Cap hidraulic 50 tf și 32 tf.
  - Troliu pneumatic 1,2 tf și 3 tf.
  - Manifold colector cu acționare electrică sau manuală.
  - Pompă de gazolină 2 PG 20.

repară

Motoare pentru foraj MB 820 și MB 836; Wola și D6.

Convertizoare CHC 650 și 750.

Cilindri compresor XOB, 8 GK, de la 2.1/2" la 18" Ø.



1984 JAN 3

X

I.R.M.G.I.P.,
POIANA CIMPINA
județul Prahova
Cod 2158
Telefon: 50151
50152
50153
50154
Telex 19627.